

Die

Phosphoreszenz der Körper

oder

die im Dunkeln bemerkbaren Lichtphänomene

der anorganischen Natur,

durch eine Reihe eigener Beobachtungen und Versuche geprüft und bestimmt

von

Placidus Heinrich,

der Gottesgelehrtheit und Weltweisheit Doctor, königl. baier. geistl. Rath, der Physik,
Meteorologie und Astronomie Professor, und mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitglied.

VIERTE ABHANDLUNG

von der durch mechanisches Verfahren

oder

durch Druck, Bruch, und Reibung bewirkten Phosphorescenz.

Nürnberg,

im Verlage der Johann Leonhard Schrag'schen Buchhandlung.

1 8 2 0.

(47)

**Fulmen detulit in terras mortalibus ignem
Primitus; inde omnis flammarum diditur ardor.
Multa videmus enim coelestibus incita flammis
Fulgere, cum coeli donavit plaga vapores.**

**Et ramosa tamen cum ventis pulsa vacillans
Aestuat in ramos incumbens arboris arbor,
Exprimitur validis extritus viribus ignis,
Et micat interdum flammai fervidus ardor,
Mutua dum inter se rami stirpesque teruntur;
Quorum utrumque dedisse potest mortalibus ignem.**

**Fulgit item, nubes ignis cum semina multa
Excussere suo concursu, ceu lapidem si
Percutiat lapis, aut ferrum, nam tum quoque lumen
Exsilit, et claras scintillas dissipat ignis.**

Lucretius Lib. V., VI.

MEMORIAE

CAROLI · THEODORI

DE · DALBERG

ARCHIEPISCOPI · ELECTORIS

PRIMATIS · DVCIS

PRINCIPIS · OPTIMI

PII · SAPIENTIS

MAGNANIMI · MVNIFICI

VIXIT · ANN · LXXII · DI · II

OBIIT · RATISBONAE

X · FEBRVAR · M · DCCC · XVII

MEMORIAE
CAROLI THEODORI
DE DALBERG
ARCHIEPISCOPI ELECTORIS
PRIMATIS DVCI
PRINCIPIS OPTIMI
PII SAPIENTIS
MAGNANIMI MYNIFICI
VIXIT ANN LXII DI II
OBII RATISBONAE
X FEBRUAR M DCCC XVII

keinerlei Hülle im Schoos der Erde ruht, und noch spürte
kein Steinchen den Platz in der hiesigen Domkirche aus, wo
man die Ueberreste eines der größten Fürsten unseres Jahr-
herts zu suchen hat! Welcher Dalberg wird diese Pflicht er-
füllen? Welche der sieben Städte, um die Er sich vorzugswei-
se verdient gemacht hat, wird ihre Dankbarkeit der Nachwelt durch
**Sanft ruhe die Asche des grossen Fürsten, dem ich gegen-
wärtige Schrift gewidmet habe.** Die Vorsehung entrückte ihn
früher aus unserem Mittel, als der Druck des Ganzen vollen-
det war. So stehe denn obige Aufschrift hier, als wiederhol-
ter Ausdruck meiner Hochachtung und Dankbarkeit — auch ver-
trete sie die Stelle eines Monuments, — bis Ihm ein herrlicheres
aus Erz und Marmor errichtet wird, auf das Er so gerechte
Ansprüche hat.

Kepler, der Ruhm Deutschlands, starb zu Regensburg,
an Baarschaft zimlich arm, an Rückständen für die damaligen
Zeiten reich. Seine Erben kamen mehr als einmal hieher, um
ihre Forderungen geltend zu machen, und einzutreiben, was sie
konnten; aber Dem einen Grabstein zu setzen, dessen Verlas-
sensehaft ihnen so nahe am Herzen lag, daran dachten sie nicht —
Gerade der Fürst, von dem hier die Rede ist, erfüllte hun-
dert acht und fünfzig Jahre später aus Großmuth ihre Pflicht.

Auch Carl von Dalberg starb hier, arm an Baarschaft,
und reich an Rückständen. Bald sind es drey Jahre, daß seine

körperliche Hülle im Schoos der Erde ruht, und noch spricht
kein Steinchen den Platz in der hiesigen Domkirche aus, wo
man die Ueberreste eines der größten Fürsten unseres Jahrhun-
derts zu suchen hat!! Welcher Dalberg wird diese Pflicht er-
füllen? Welche der sieben Städte, um die Er sich vorzugsweis
verdient gemacht hat, wird ihre Dankbarkeit der Nachwelt durch
ein bleibendes Monument am würdigsten kund machen? —
früher aus unserem Mittel, als der Druck des Ganzen vollen-
det war. So stehe denn obige Aufschrift hier, als wiederhol-
ter Ausdruck meiner Hochachtung und Dankbarkeit — auch ver-
trete sie die Stelle eines Monuments — bis Ihn ein herrlicheres
aus Erz und Marmor errichtet wird, auf das Er so gerechte
Ansprüche hat.

Hepler, der Ruhm Deutschlands, starb zu Regensburg,
an Barschaft zülich arm, an Rückständen für die damaligen
Zeiten reich. Seine Erben kamen mehr als einmal hierher, um
ihre Forderungen geltend zu machen, und einzutreiben, was sie
konnten; aber Dem einen Grabstein zu setzen, dessen Verlas-
senchaft ihnen so nahe am Herzen lag, daran dachten sie nicht —
Gerade der Fürst, von dem hier die Rede ist, erfüllte ihm-
der acht und fünfzig Jahre später aus Grolsmuth ihre Pflicht.

Auch Carl von Dalberg starb hier, arm an Barschaft,
und reich an Rückständen. Bald sind es drey Jahre, das seine

Vorrede.

Der Zweck gegenwärtiger Abhandlung ist, die schwachen Lichterscheinungen zu untersuchen, welche sich ergeben, wenn man auf die Körper durch äussere Kräfte bloß mechanisch wirkt, wie z. B. durch Drücken, Reiben, Feilen, Stossen, Schlagen, Hämmern, Zerstückeln, u. s. f. geschieht. Faßt man diese und ähnliche Verfahrungsarten gehörig ins Auge, so ergiebt sich, daß sie sich insgesamt auf drey zurückbringen lassen, nach Verschiedenheit der Richtung, mit welcher die äussere Kraft auf den Körper wirkt, nämlich auf Druck, Bruch, und Reibung. Strebt man den Rauminhalt des allerwärts beschränkten Körpers zu vermindern, so erhält man Verdichtung durch Druck, wenn anders der Körper nachgiebt: Wirkt die äussere Kraft ihrer Richtung nach Raumerweiternd, so erfolgt entweder gleichförmige Ausdehnung, oder Trennung, Bruch: Ist endlich die nach Raumverminderung strebende Kraft mit steter Bewegung verbunden, so ergiebt sich bey starren Körpern Druck und Bruch zugleich, Reibung. Kurz! Alles läuft entweder auf ein gewaltsames Zusammenengen, oder auf Trennen, oder auf beydes zugleich hinaus. Hiemit zerfällt mein Aufsatz sehr natürlich in drey Abschnitte. Im ersten untersuche ich die Folgen des äusseren Drucks: im zweyten jene der Ausdehnung und Trennung: im dritten die Erscheinungen der Reibung, und was darauf Bezug hat.

Die französische Preisfrage gab mir Anlaß, und mein erweiterter Plan legte mir die Pflicht auf, auch diese Art der Phosphorescenz nach Kräften und Müssè zu untersuchen, was mir desto nöthwendiger schien, je beschränkter und einseitiger unsere Kenntnisse und Ansichten über diesen Gegenstand bisher noch waren. Bis zu Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts kannte man nur das durch Reiben entstehende Licht, womit sich ehemals Hauksbee und Dufay, späterhin der Hr. Gr. Razumowsky und Wedgwood beschäftigt hatten. Nur des letztern Versuche wurden durch Gren's Journal, hauptsächlich unter uns, bekannt. Da man sie ohne strenge Prüfung und Wiederholung auf Treue und Glauben annahm, so fand auch seine Erklärung Eingang und Beyfall, obwohl sie sehr unvollständig, und zum Theil unrichtig ist. Um das Jahr 1803. erhielten wir auch einige Notiz über das Leuchten der Luft, wenn sie rasch verdichtet wird; allein auch diese Erfahrung wurde nicht weiter verfolgt, oder auf andere Substanzen ausgedehnt. Das Licht endlich durch Bruch gewisser Fossilen (nicht künstlicher Präparate) entgieng unserer Aufmerksamkeit ganz und gar. In dieser Hinsicht konnte man den zweyten Abschnitt meiner Abhandlung neu nennen; wenigstens war er es zur Zeit, als ich mich damit beschäftigte, 1810 und 1811. — Daß meine Arbeit so spät erscheint, muß man zum Theil meiner seit 1812. wesentlich geänderten Lage zuschreiben. Uebrigens habe ich's noch nie bereuet, mit meinen physikalischen Untersuchungen etwas langsam aufzutreten, weil man in Erforschung der Natur mit jedem Tage lernt.

Mein Hr. Collega Dessaignes war glücklicher als ich; er konnte uns bereits 1811 und 1812. die Resultate seiner Versuche liefern, wie man aus dem *Journal de Physique* von diesen Jahren, und auch aus unseren deutschen Zeitschriften sieht. Sein Aufsatz über die *Phosphoreszenz durch Druck* findet sich vor in *Gilberts Annalen*, XXXVII, 339 — 349: und in *Schweiggers Journal* VIII, 115, ff.; dasselbe Heft liefert uns auch (S. 70 — 115. den umständlichen Bericht über das *Leuchten durch Collision*, wie er sich ausdrückt. Meinem frühern Versprechen gemäß sollten des Hrn. Dessaignes Aufsätze auch hier als Anhang folgen. Allein da ich voraussetzen darf, daß die meisten meiner Leser im Besitz obiger Zeitschriften sind, so ändere ich diesmal mein Vorhaben, um Niemand in die Nothwendigkeit zu versetzen, dasselbe zwey- und drey- mal zu kaufen.

Am Schluß der dritten Abhandlung (S. 416. §. 123.) äusserte ich mich, daß es nur dreyerley Arten von Phosphorescenzen gebe: durch *Insolation*, durch *Temperaturerhöhung*, und durch *Verwesung*, in der Voraussetzung nämlich, daß man zur zweyten Art auch das *Leuchten durch chemische Mischungen*, und durch mechanisches Verfahren rechne, wie es zum Theil auch seyn muß. Allein *reiner Bruch* und *sanftes Reiben* liefern uns noch zwey neue Arten, welche an Wichtigkeit keiner der vorigen nachstehen, und die sich meines Erachtens etwas schwerer erklären lassen. Die letztere Art dürfte sich wohl an das electrische Licht durch Reibung anschliessen, die Phosphorescenzen durch Bruch hingegen hat etwas ganz eigenthümliches, worüber man zur Zeit nur Mutmassungen aufbringen kann.

Da ich jetzt vom *Leuchten der Körper durch mechanische Mittel* umständlich handle, so wird man ohne Zweifel auch das electrische, durch *Friction* erzeugte Licht, als das Schönste und lehrreichste aus allen, hier suchen.

In der That! wenn es je eine Phosphorescenzen im eigentlichen Sinne des Worts giebt, so ist's die, welche uns eine kräftige Electrisirmaschine, zweckmässig eingerichtete phosphorescirende Glasröhren, u. dergl. verschaffen. Dennoch geschah hievon in der Preisfrage mit keiner Sylbe eine Meldung. Vielleicht darum, weil man dieses Licht auch bey Tage sieht? oder weil hievon, als einer längst bekannten Sache, in allen Schriften über Electricität Meldung geschieht? Allein was findet man in derley Büchern? die vorzüglichern Lichterscheinungen, und etwa die damit veranstalteten Spielereyen, von der wahrscheinlichen Ursache aber so viel als nichts. Dieses bewog mich, die Versuche als bekannt vorauszusetzen, und nur über den Ursprung derselben, und über die Aehnlichkeit zwischen dem gewöhnlichen Frictionslicht und dem electrischen etwas wenig zu sagen; denn eine vollständige Erörterung dieses interessanten Gegenstandes würde ein eigenes Werk von grossem Umfang fordern, wozu ich weder Zeit, noch Lust habe. Wer sich damit weiter beschäftigen will, findet zu Ende dieser Abhandlung einen Entwurf, den ich mir anfänglich selbst machte, und dessen Ausarbeitung für Wissenschaft nicht ohne reellen Nutzen seyn dürfte.

Regensburg, den 30. März 1818.

Kurze Inhaltsanzeige.

ERSTER ABSCHNITT.

Licht durch Druck und Reibung ohne Bruch,

oder

• Verdichtungslicht.

ERSTES KAPITEL.

Licht durch Verdichtung permanentelastischer Flüssigkeiten.

	Seite.
1. Die Luftarten eignen sich zu diesen Versuchen am besten, minder die tropfbaren Flüssigkeiten, starre Körper gar nicht.	425
2. Hr. Mallet in Lyon sah zuerst Licht bey verdichteter Luft, Biot verfolgte diese Entdeckung: Geschichte des Compressions - Feuerzeugs;	—
3. Doppelter Zweck des Naturforschers bey diesen Versuchen;	426
4. Zweckmässige Einrichtung einer kleinen Verdichtungspumpe, aus Messing und aus Glas;	427
5. Verdichtung der vorzüglichsten Luftarten;	428
6. Resultate dieser Versuche, Wärme und Licht;	—
7. Ursache der Temperatur - Erhöhung.	429
8. Ursache der Licht - Entwicklung.	430

ZWEITES KAPITEL.

Licht durch scheinbare Verdünnung der Luft.

9. Kurze Geschichte des Windbüchsenlichts;	431
10. Meine Bemühungen und Erfahrungen mit mancherley Windbüchsen;	—
11. Erklärung dieser Erscheinungen;	432
12. Fortsetzung dieser Erklärung.	433

DRITTES KAPITEL.

Zerstreute, hieher gehörige Erfahrungen.

13. Licht, wenn der Recipient auf der Luftpumpe springt, <i>Luftpumpenlicht</i> ;	—
14. Abänderung dieses Versuches mit einer Glasscheibe;	434
15. Ferner mit einer überspannten Blase;	—
16. Erklärung dieser Erscheinung, und Bemerkungen hierüber;	435
17. Licht einer kleinen Verdünnungspumpe;	—
18. Licht bey Platzungen im verdünnten Raum, Folgen unter Wasser.	436
19. Licht der gläsernen Petarden im Kleinen;	—

	Seite.
9.	
20. Licht der Glastropfen, wenn sie zerspringen;	457
21. Fruchtlöse Bemühung mit Dampfkügelchen;	—
22. Licht bey der Entladung einer electrischen Verstärkungsflasche, einer Muskete, bey'm Schwingen einer Peitsche;	458
23. Nöthige Erinnerung bey'm Zerspringen eines Glases.	—

VIERTES KAPITEL.

Rückblicke und Folgerungen.

24. Hauptmomente, von welchen die Stärke des Verdichtungslichts abhängt;	439
25. Mathematische Erscheinungen in Papins - Topfe;	—
26. Merkwürdiger Versuch des Hrn. Gr. v. Rumford in München;	440
27. — — des Hrn. Bar. Hall in England;	—
28. Folgen eines übergrossen, und ganz beseitigten Drucks unseres Dunstkreises;	—
29. Anwendung auf die Temperatur in höhern und niedrigen Regionen: Druck des Weltmeeres;	441
30. Folgen der Verdichtung im Windkessel der Büchse;	—
31. Mariotte's Gesetz der Luftverdichtung;	442
32. Reichhaltigkeit der Gase an Lichtstoff: ihre Verwandtschaft zu diesem: ihre Zersetzung durch Druck: Was ist Zünden durch Electricität? Was Glühen ohne Verbrennen? Newmann's chemisches Gebläse längst gekannt, und sogar verstärkt. Vermeintliches Schmelzen geschleuderter Bleykugeln;	—
33. Anwendung auf die Meteorologie;	445
34. Anwendung auf die Physiologie;	446
35. Durch wahre Luftverdünnung kann nicht wohl Licht entstehen;	—
36. Unmöglichkeit eines hieher passenden Versuchs;	447
37. Verpuffung des Oxy-halogengas mit Licht.	—

FÜNFTES KAPITEL.

Licht durch Druck auf tropfbare Flüssigkeiten.

38. Drey Hindernisse setzen sich hier dem Experimentator entgegen;	448
39. Gleichzeitige Bemühungen des Hrn. Dessaigues mit mir;	—
40. Beschreibung einer zweckmässigen Pumpe hiezu;	449
41. Nöthige Abänderungen der von Dumotiez in Paris verfertigten Pumpe, nebst einigen Manipulationen;	450
42. Resultate der Versuche, und Lichtausbruch bey der Compression maucherley Flüssigkeiten;	451
43. Wahrscheinliche Ursache dieses Leuchtens;	452
44. Gleichzeitige Temperatur-Erhöhung;	453
45. Fernere Erklärung dieser Erscheinungen;	—
46. Anwendung auf das Licht des frisch segelnden Schiffs, der Brandung; Reibung des Wassers an den Seitenwänden der Gefässe.	454

SECHSTES KAPITEL.

Licht durch Druck auf feste Körper, ohne Bruch.

47. Hier werden dreyerley Fälle betrachtet und erörtert.	455
A. Folgen des Drucks mit Reibung ohne Bruch.	

	Seite.
48. Feuermachen in ältern und neuern Zeiten;	456
49. Entzündung der Waldungen durch Sturm, und des vom Stappel laufenden Schiffs?	—
50. Mehrere bekannte Erfahrungen, welche hieher gehören, im Grossen und im Kleinen.	457
<i>B. Folgen des Drucks ohne Reibung bey Metallen und Holz.</i>	
51. Die Versuche wurden auf dem hiesigen Kupferhammer an der Donau ausgeführt;	458
52. Kein Metall leuchtete unter dem grossen Hammer;	—
53. Wie man Eisen durch Hämmern bis zum Glühen erhitzen kann.	459
54. Berthollet's Versuche auf der Münzpresse zu Paris, nebst den Resultaten.	—
55. Erfahrungssätze, welche hieraus gezogen werden. Erhitzung durch Beugung der stählernen Werkzeuge.	460
<i>C. Folgen des Drucks auf mineralische Pulver.</i>	
56. Zermalmung der Fossilien zu Pulver;	461
57. Condensationspumpe hiezu, und Manipulation;	462
58. Das Leuchten der mineralischen Pulver ist sehr wahrscheinlich eine Phosphorescenz durch Temperatur-Erhöhung, weil es dieser nach allen Umständen ähnlich ist.	—
59. Dieses wird durch Aufzählung der Resultate bey den vorzüglichsten Erdarten erwiesen.	—
60. Aehnliche Erfahrungen auf den Pulvermühlen bey Kohlen, Salpeter, und Schwefel. Nachtrag zur Phosphorescenz der Vegetabilien durch Druck.	463

SIEBENTES KAPITEL

Verpuffen der Knallsalze durch Druck.

61. Sie kommen hier nur der Vollständigkeit halber vor, indem sie eigentlich nicht hieher gehören.	464
62. Die ältesten einer Verpuffung fähigen Präparate werden aufgezählt. Merkwürdige Stelle aus Rogerius Baco, zur Epoche des Schießpulvers.	—
63. Die Knallsalze neuerer Zeiten lassen sich unter drey Klassen bringen,	461
64. Die Salzsäure oder die Salpetersäure machen den Hauptbestandtheil derselben aus, der zweite ist ein Kali oder ein Metall; der leichtverbrennliche Zusatz befördert nur den Erfolg.	462
65. Wahrscheinliche Erklärung der Verpuffung durch Druck, Wärme, u. dergl.	—
66. Entzündung durch Druck mechanisch gemengter Pulver-Versuch des Olaus Borrichius.	463

ACHTES KAPITEL.

Rückblicke und Folgerungen.

67. Leuchten durch Druck und Stoss — eine merkwürdige Erscheinung — roher Vergleich. —	—
68. Unter welchen Umständen es erfolgt; umständliche Zergliederung eines solchen Versuches;	464
69. Die erste Wirkung des Drucks ist Verdichtung — was geht hier vor?	—
70. Die zweite gleichzeitige Wirkung ist Temperatur - Erhöhung durch den dem geprüften Körper selbst angehörigen Wärmestoff;	465
71. Die dritte Wirkung ist Zersetzung vom unmerklichen bis zum auffallenden Grad — hieraus Leuchten durch Druck.	—
72. Merkwürdiger Unterschied zwischen langsamen und schnellen Druck, zwischen Druck und Schlag, warum?	466
73. Nur das Flüssige leuchtet im strengen Sinne durch Druck, nur das Starre durch Bruch.	467
74. Leuchten bey dem Uebergang des Flüssigen in den festen Zustand, z. B. Krystallisationen. —	—

ZWEITER ABSCHNITT.

Licht durch Bruch, ohne Reibung und ohne merklichen Druck.

Trennungs - Licht.

Vorerinnerung.

75. Nur die starren Körper eignen sich zu diesen Versuchen; auf Flüssigkeiten sind sie nicht anwendbar. 468
 76. Starre Körper können auf zweierley Art mechanisch getheilt werden — durch Druck und durch Bruch — Unterschied beyder — hier nur vom Bruch. — 469
 77. Umfang dieser Untersuchung, Ordnung, Verfahrensart. —

ERSTES KAPITEL.

Licht durch Zerreißen, Spalten, und Brechen.

78. Vom Zerreißen der Stricke, der Holzarten, der Metalle; vom Spalten des Holzes; Resultate — 471
 79. Brechen und Spalten der Fossilien; —
 80. Sechs Erfahrungssätze hierüber; 472
 81. Aufzählung der vorzüglichern Versuche, auf welche sich jene Sätze gründen; —
 82. Allgemeines Resultat, und Verzeichniß der hiezu schicklichsten Fossilien; 474
 83. Zerstückeln unter dem Hammer und im Mörser: Resultate und Folgerungen:
 Es giebt Fossilien, welche durch reinen Bruch und Trennung so gut leuchten, als die permanentelastischen und tropfbaren Flüssigkeiten durch Druck und Verdichtung — ein neues Phänomen, —

ZWEITES KAPITEL.

Vom Krystallen - Licht.

84. Vom Leuchten des schwefelsauren Kali, wenn es in Krystallen anschiesst, u. s. f. zuerst von Pickel in Würzburg bemerkt; dann auch von andern. 475
 85. Wissenschaftliche Versuche hierüber von Giobert in Paris; 476
 86. Sammt den Resultaten; merkwürdige zwey Nebenumstände; 477
 87. a) das Sonnenlicht hat auf dieses Leuchten Einfluß; —
 88. b) mit andern Neutralsalzen will der Versuch nicht gelingen. 478
 89. Das Leuchten vieler Salzkryalle im trockenen Zustand durch reinen Bruch — gelegentlich auch durch Reiben, und Schlagen. — 479
 90. Vom Leuchten des Mellis- und Candiszucker; 480
 91. Vom Mellis in's besondere: —
 92. Vom Leuchten des Candis im Kleinen und im Grossen, —
 93. und im verdünnten Raum der Luftpumpe; 481
 94. Vom Leuchten des Eises: Versuche im Kleinen; 482
 95. Erfahrungen im Grossen; Leuchten des Treibeises u. dergl. —
 96. Das Leuchten frisch bereiteter Zinkblumen, gehört nicht hieher, wie auch manch's Leuchten phosphorsaurer und salzsaurer Verbindungen nicht, 485

DRITTES KAPITEL.

Wahrscheinliche Ursache dieser Phosphorescenz.

97. Das Leuchten natürlicher Fossilien und künstlicher Krystallisationen *einzig durch Brechen und Spalten*, ohne Insolation, ohne Temperaturerhöhung, ohne Verbrennen, ohne Druck und Reibung, ohne chemische Mischung, und ohne Verwesung, ist ein wahres Naturgeheimniß. — 484
98. Es ist keine Folge des Drucks, oder der schwachen Reibung, womit etwa die Trennung begleitet seyn könnte; —
99. Es kommt nicht aus der in die Spalte stürzenden Luft der Umgebung; 485
100. Es ist eine Folge der aufgehobenen Cohäsion, nach welcher das Starre immer strebt; eine Folge des Conflicts entgegengesetzter Kräfte; —
101. In der organischen Natur ist der Lichtstoff das Bindungsmittel des Starren, vielleicht ist er's auch im Mineralreich — wenigstens spielt er bey den Krystallbildungen eine wichtige Rolle. —
102. In dieser Voraussetzung müßte bey raschen Trennen und Spalten das Bindungsmittel entweichen, Licht müßte frey werden, mithin die Substanzen von krystallinischem Gefüge vor andern leuchten. 486
103. Noch eine Ansicht: Ist vielleicht dieses Trennungslicht *electrischer Natur*? 487
104. Gründe für diese Meinung; 488
105. Folgerungen und endliche Erklärung. 489
106. Einschränkungen und Mittelstrasse. —

VIERTES KAPITEL.

Rückblicke und Anwendung.

107. In wie weit dieses Phänomen neu genannt werden kann, Unterschied vom Licht durch Collision, und Versehen bey früheren Versuchen: nöthige Vorsicht, durch einige Beyspiele erläutert; 490
108. Canton's frisch bereiteter Phosphor leuchtet durch Spalten, und Erschüttern, gehört aber nicht hierher, sondern zum Leuchten durch Temperaturerhöhung. —
109. Dasselbe gilt vom Leuchten erhitzter Kalksteine, und des ätzenden Kalks unter mancherley Umständen; 491
- 110 — 111. Vom Leuchten des ätzenden, und des milden Quecksilber-Sublimats; 492
- 112 — 113. Mancherley Anwendungen und Bemerkungen (von *a* bis *n*) 493
114. Diese Art der Phosphorescenz steht in enger Verbindung mit der Krystallographie, und verdient noch weiter untersucht zu werden. 494

DRITTER ABSCHNITT.

Phosphorescenz durch Druck und Bruch zugleich, durch Friction.

Geschichtliche Einleitung — frühere Erfahrungen.

115. Versuche der Florentiner Academie del Cimento; 495
116. — — — des Robert Boyle —
117. — — — von Bernoulli und Cassini 496
118. — — — von Hauksbee 497
119. — — — von Gray u. Dufay —
120. — — — von Delius —

121. Versuche von Henkel und Hoffmann.

Seite.

498

122. — — — des Hrn. Grafen v. Razumowsky, Wedgwood, und Dessaignes.

—

123. Meine Bemühungen seit 1808.

499

Aufzählung eigener Versuche.

ERSTES KAPITEL.

Phosphorescenz gleichnamiger Körper.

A. Durch mässiges Reiben.

124. Phosphorescenz der Kalk- und Schwererden.

501

125. — — — — — der Thon- und Tonkerden,

502

126. — — — — — der Kieselerde,

503

127. — — — — — der Salze und verbrennlichen Substanzen;

504

128. — — — — — der Metalle und Metallstufen, der Oxyde;

505

B. Durch starkes Reiben.

129. Was man darunter versteht, und wie man dabey zu Werke gieng.

—

130. Unterschied zwischen diesem und jenem Verfahren, hinsichtlich der Intensität des Lichts;

506

131. Hinsichtlich der Farbe des Lichts, und des Geruchs;

—

132. Unerwarteter Erfolg hinsichtlich der entstehenden Wärme;

507

133. Schon hieraus folgt, dafs dieses Licht keine Folge der Erhitzung ist.

—

134. Zuey Erfahrungen auf einer Getreidemühle.

—

ZWEITES KAPITEL.

Phosphorescenz ungleichnamiger Körper.

A. Durch mässiges Reiben mit freyer Hand.

135. Bergkrystall als Reibzeug: Versuche mit verschiedenen Körpern nach der Ordnung wie im vorigen Kapitel;

508

136. Bemerkungen über die erhaltenen Resultate.

509

B. Durch starkes Reiben am Schleifstein.

137. Anrichtung hiezu und Verfahren;

510

138. Eine lange Reihe von Versuchen durch alle Klassen starrer Körper, nebst dem Erfolg;

—

139. Bemerkungen hierüber von a bis f.

515

140. Erfahrungen auf einer grossen Schleifmühle an einem Stein von achthalb Fufs im Durchmesser.

514

DRITTES KAPITEL.

Phosphorescenz durch Reibung, welche auf eine sehr kleine Fläche beschränkt ist.

A. Durch Streichen mit einer Radiernadel:

141. Mancherley Arten der Friction, die uns eben nichts neues zeigen — warum man die angeführte Art nicht übergehen durfte;

51

142. Resultate in fünf Erfahrungssätzen vorgetragen.

516

B. Durch Streichen mit einer Schreibfeder:

143. Frühere Erfahrungen hierüber.

517

144. Meine Versuche nebst den Resultaten.

—

VIERTES KAPITEL.

Bemerkungen über obige Versuche.

A. Bey mässiger Reibung gleichnamiger Substanzen.

- | | |
|--|-----|
| 145. Allgemeinheit dieser Phosphorescenz durch das gesammte Reich der Fossilien. | 518 |
| 146. Stufenfolge nach der Schönheit des Phänomens, Kiesel- Thon- Kalk- Talk- Geschlecht; | 519 |
| 147. Beförderungsmittel des Leuchtens; | — |
| 148. Dauer des Lichts; | 520 |
| 149. Farbe desselben, Zerlegbarkeit durch's Prisma; | — |
| 150. Electricität - Erregung; | 521 |
| 151. Gleichzeitig sich verbreitender Geruch. | 522 |

B. Bey stärkerer Reibung:

- | | |
|---|-----|
| 152. Bey gleichnamigen Fossilien bewirkt Menschenkraft allein, ohne Maschine, nie fühlbare Wärme, | — |
| 153. Am laufenden Sandstein hingegen ändert sich alles: Erhitzung ohne Grenzen; | 523 |
| 154. Das Streichen mit einer Radirnadel oder Schreibfeder klärt nichts auf: doch ergaben sich dabey ein Paar merkwürdige Unterschiede; | — |
| 155. Das Endresultat ist, dals das Leuchten durch Reibung vorzüglich von der Aggregatform, und vom krystallinischen Gefüge der Fossilien abhängt; was ausserdem noch dazu beyträgt, wird beygebracht. | 524 |

FÜNFTES KAPITEL.

Wahrscheinliche Ursache und Erklärung des Frictionslichts.

- | | |
|---|-----------|
| 156. Mehrseitige Ansicht dieses Phänomens. | 525 |
| 157. Abtheilung der leuchtenden Substanzen in verbrennliche Körper, erdige Fossilien, Salien, und chemische Präparate: hievon der Ordnung nach. | 526. |
| 158. I. Das Leuchten verbrennlicher Substanzen besteht in einem wahren Verbrennen — Aufzählung der vorzüglichsten Fälle; | 527 |
| 159. Erscheinungen im verdünnten Raum; | 528 |
| 160. Wie durch Reibung Wärme entsteht. | 529 |
| 161. II. Das Leuchten erdiger Fossilien ist nicht eine Folge der Erhitzung, wie man bisher dafür hielt. | — |
| 162 — 164. Beweise dieses Satzes aus mancherley Erfahrungen, aus Vergleichung mit der Phosphorescenz Temperaturerhöhung u. s. f. | 530 — 531 |
| 165. Uebrigens hat die Wärme auf diese Phosphorescenz allerdings einigen Einfluss. | 532 |
| 166. III Die nächste Veranlassung hierzu ist das Abspringen hervorragender Theile rauher Oberflächen, mit den nöthigen Beweisen. | 533 |
| 167. IV. Vorzüglich darum leuchten die kieselartigen Steine durch Reibung am schönsten. | 534 |
| 168. V. Die Vorthelle der Reibung vor dem Bruch bestehen in drey Umständen, u. s. f. nebst der Erläuterung. | — |

SECHSTES KAPITEL.

Ueber den electrischen Stoff, und das electrische Licht.

- | | |
|---|-----|
| 169. Es giebt dreierley Verfahren, die Electricität mechanisch zu entwickeln; durch Berührung, Reibung, Trennung. | 536 |
| 170. Der Lichtstoff macht einen Bestandtheil des electrischen Fluidum aus; den anderen nenne ich die Basis. Bey jeder Erregung geht eine Trennung dieser Bestandtheile vor. | — |
| 171. Was ich unter Electricität durch Berührung, Reibung, und Bruch verstehe. | 537 |
| 172. Fälle, in welchen sich Licht und Basis gemeinschaftlich äussern. | — |
| 173. Fälle, in welchen sich nur die Basis äussert; | 538 |

§.	Seite
174. Dieses trifft vorzüglich bey dem Galvanismus zu.	539
175. Fälle, in welchen sich nur das Licht äussert;	540
176. Dieses trifft bey der gewöhnlichen Friction der Fossilien zu;	—
177. Man kann aber durch eine schickliche Anrichtung auch das Daseyn der Basis bemerken;	541
178. Wo nicht, so lässt sich die Ursache des Verschwindens muthmaßlich angeben.	542
179. Entwurf einer noch zu erwartenden Electrologie;	543
180. Wie sich Galvanismus, Voltaismus, und Davismus von einander unterscheiden;	544
181. Hiezu gehört auch der Mesmerismus.	545
182. Das Frictionslicht steht wahrscheinlich in Verbindung mit der Contactelectricität, und der Polarität des Lichts.	—
183. Wie sich das Freywerden des Kali durch Reiben erklären lässt.	546
184. Luftleerer Raum isolirt nicht.	—

SIEBENTES KAPITEL

Vom Leuchten einiger Salien, Verglasungen, und chemischer Verbindungen.

185. Alle krystallische Salien leuchten durch Bruch, Reibung, oder Schlag.	547
186. Die chemischen Verbindungen dienen nicht zur Begründung einer Theorie.	548
187. Phosphorsaure Verbindungen, welche ein Licht durch Reibung gewähren;	—
188. Salzsäure Verbindungen —	550
189. Schwefelsäure Verbindungen —	—
190. Bemerkungen hierüber.	—
191. Was bey mehrern Verglasungen vorgeht;	551
192. Enderklärung.	552

ACHTES KAPITEL

Rückblicke und Anwendung.

193. Verschiedene Erklärungen älterer	553
194. und neuerer Zeiten.	—
195. Chemische Analyse der Kieselerde des Hrn. v. Dolomieu;	554
196. Dessen Folgerungen;	555
197. Wiederholung obiger Analyse von Hrn. Prof. Schmid;	556
198. Ein Versuch des Hrn. v. Lamanon.	—
199. Bestreitung desselben von Seite seiner Landsleute.	557
200. Folgerungen des Hrn. v. Lamanon, Dolomien, Schmid.	559
201. Sonderbare Erklärung des Hrn. Dessaignes.	560
202. Wird umständlich auseinander gesetzt;	561
203. und zum Theil wiederlegt.	562
204. Einige paradoxe Stellen aus Ritters Fragmenten.	564
205. Alles Reiben starrer Körper scheint immer mit Electricität, Wärme, Licht, und Geruch begleitet zu seyn.	565
206. Nutzen einer eigenen Frictionsmaschine zu obigen Versuchen.	—
207. Sonderbare Wirkungen der Reibung;	566
208. Eigenheiten des Diamants.	—
209. Vorzüge des gemeinen Schwefelkies zum Feuermachen.	567
210. Vom Leuchten der Barometer.	568
211. Erwärmen durch Reibung, Ofenhitze, und Sonnenstrahlen.	569
212. Schluss des Ganzen mit einigen allgemeinen Ideen.	—

ERSTER ABSCHNITT.

L i c h t

durch Druck und Reibung ohne Bruch.

Verdichtungslicht.

ERSTES KAPITEL.

Licht durch Verdichtung permanent elastischer Flüssigkeiten.

§. 1.

Ich beginne meine Untersuchungen über das Leuchten der Körper durch *mechanische* Mittel mit dem einfachsten Fall, mit dem Druck auf permanent-elastische Flüssigkeiten, d. h. auf Substanzen, welche zu derley Versuchen ganz vorzüglich geeignet sind: wobey durch äusseren Druck beynahe nichts, als ein Zusammenrücken ihrer Bestandtheile erfolgt, ohne gegenseitige Reibung, und ohne eigentliche Formänderung derselben. Tropfbare Flüssigkeiten sind hiezu schon minder geschickt, starre Körper am wenigsten. Bey den letztern hat der Druck mannigfaltige Folgen; der gewöhnlichste ist Bruch, Aufheben der Cohärenz, gewaltsames Verschieben der Theile. Reiben der Bruchstücke, u. dergl., hiemit Druck, Bruch, und Reibung zugleich — drey ganz verschiedene Wirkungen, die man füglich einzeln betrachtet. Zuerst also von reinem Druck, der nur auf Flüssigkeiten anwendbar ist und vorzüglich bey ausdehnbaren merklich wirkt.

§. 2.

Dafs bey - und durch Verdichtung der Luft fühlbare Wärme entsteht, ist eine längst bekannte Erfahrung, wenigstens so alt, als der Gebrauch der Condensationspumpe, und der Windbüchse; von dem gleichzeitig ausbrechenden Licht aber wußten wir vor 1800 noch nichts bestimmtes.

Der Versuch, welcher zu allen übrigen Anlaß gab, ist folgender: Wenn man in einer cylindrischen, einerseits Luftdicht verschlossenen Glasröhre mittelst eines streng passenden Kolben, die Luft schnell zusammenpreßt, so fühlt man an dem Theil der Röhre, wo die letzte Verdichtung vor sich geht, nicht nur etwas Wärme, sondern man sieht auch im Dunkeln einen vorübergehenden Lichtschimmer. Es scheint, Hr. Mallet Lehrer der Physik zu Lyon in Frankreich habe, bey Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Wärme, ohngefähr 1803. dieses Licht zuerst bemerkt; dem Hrn. Biot in Paris aber gebührt die Ehre, den Versuch bald darauf wiederholt, und zu physikalischen Untersuchungen benutzt zu haben. *)

§. 3.

Die mit einer solchen Condensationspumpe zu machenden Versuche sind von doppelter Art; man kann damit einigermassen die Entzündlichkeit der Körper, oder ihr Verhalten bey schnell erregter und sogleich wieder verschwindender *Hitze durch Druck* prüfen: ferner kann man damit die durch Verdichtung im geschlossenen Raum entstehenden Lichterscheinungen nicht nur der Luft und künstlicher Gase, sondern noch vieler anderer, einer Compression fähiger Körper untersuchen. Jenes reizte die Neugierde der Naturforscher früher als dieses. Man hat damit Butter, Talg, Wachs, u. dergl. erweicht: Kunkel's Phosphor, feine Leinwand, Papierstreifen, und Zündschwamm entzündet: man hat sogar Spuren des

*) Ueber die Geschichte des Compressions-Feuerzeuges sehe man: *Bibliothèque Britanique*, Juillet 1803. *Journal de Physique*. Tome LVIII. pag. 457; *Gilberts Annalen* B. XVIII, 240: XX. 99: u. folg. Folgendes mag als Beytrag gelten: Hr. Dumotiez, ein sehr geschickter Verfertiger physikalischer Instrumente in Paris, gab sich viele Mühe, derley Pumpen zweckmässig und wohlfeil zu liefern. Er veränderte die Dimensionen der Verdichtungsrohre auf mancherley Art, erhielt mit einem Röhrchen von der Weite eines Federkiels noch Licht, und fand die Röhren von 4 bis 5 Linien im Lichten, und 4 bis 5 Zoll Länge am zweckmässigsten. Die Form der Hauptmündung änderte er auf mancherley Art, wie seine Benennungen andeuten, als: a) *Briquet à robinet*; die eine Oefnung der messingen Pumpe schließt sich mit einem genau passenden Hahn, ohngefähr wie bey Luftpumpen, oder wie eine Nufs bey den Meßinstrumenten der Alten. Der Cylinder ist an diesem Ende dick, und kugelförmig, hat seitwärts eine Oefnung, so wie der Hahn oder die Nufs eine Höhlung, um den Zündschwamm aufzunehmen. b) *Briquet à bouchon conique, à mouvement de baionette*; Anstatt des Hahns wird die Mündung der Pumpe mit einem konischen Stöpsel geschlossen, der gleichfalls eine Höhlung, so wie die Pumpe eine Seitenöfnung für den Schwamm hat, der Schluß ergiebt sich wie bey einem Bajonette. c) *Briquet à bouchon à vis*; die Mündung wird Luftdicht verschraubt, mittelst eines Deckels, der zugleich den Schwamm enthält. d) *Briquet en canne*; um das Feuerzeug in einem Spazierstock anzubringen, bleibt die vordere Mündung stets geschlossen, und der Schwamm wird an das Ende des Kolben befestiget, oder in eine Höhlung desselben gelegt. e) *Briquet en cristal*; der Cylinder aus dickem Glas, hauptsächlich zu wissenschaftlichen Untersuchungen. Als Feuerzeug verdient die erste Art allen übrigen vorgezogen zu werden; der Preis ist 15 Franken.

Schmelzens bey leichtflüssigen Metallgemischen bemerkt: eine Zeitlang mußte so eine Pumpe die Stelle des Feuerzeuges vertreten, und s. f. Hr. Dessaignes und ich richteten unser Augenmerk vorzüglich auf das durch Druck bewirkte Leuchten der Körper, wie es der gemeinschaftliche Zweck unserer Untersuchungen über die Phosphorescenz erheischte. *) Meine Versuche datiren von 1810, nachdem ich in der Werkstätte des Herrn Dumotiez mit diesen Pumpen näher bekannt geworden bin. Es dürfte nicht überflüssig seyn, die Haupteigenschaften derselben anzugeben, wie sie mir eine längere Erfahrung gelehrt hat.

§. 4.

Soll das Instrument als Feuerzeug dienen, so hat man auf folgende vier Umstände Rücksicht zu nehmen: a) der Durchmesser des gut calibrirten messingen Cylinders sey im Lichten nicht über fünf Pariserlinien: b) die Mündung, gegen welche der Druck gerichtet ist, schliesse vollkommen luftdicht: c) der Druck zur Verdichtung der Luft geschehe möglichst schnell: d) nach dem Druck stelle man die Gemeinschaft mit der äusseren Luft sogleich wieder her. Als obige Erfahrung 1804. in Deutschland bekannt wurde, bediente ich mich anfänglich der zur gemeinen Windbüchse gehörigen Pumpe, wobey denn der Versuch eben so oft mislang, als er glückte, weil keine der genannten Bedingnisse genau erfüllt ward. Ein enger Cylinder und ein rascher Stoss sind von größter Wichtigkeit; eine langsame Verdichtung bleibt zuverlässig ohne Wirkung. Deshwegen ist die in der Note unter No. 1. beschriebene Pumpe allen übrigen vorzuziehen.

Pumpen, welche zur Untersuchung der Lichterscheinungen bey Gasarten bestimmt sind, fordern eine eigene Einrichtung. Sie müssen schlechterdings von dickem Glas, und mit einem messingen Hahn versehen seyn. Die meinigen sind 5 par. Zoll lang, 5 Lin. weit, 2 Linien dick, und an beiden Enden mit messingen Kappen gefast; durch die eine dieser Kappen geht das Kolbenstängelchen, die andere steht mit einem Hahn in Verbindung, wodurch der Glascylinder mit Luftarten durch Saugen kann gefüllt werden. Da aber von der messingen Fassung gerade der Theil der Glasröhre bedeckt wird, wo sich das Licht durch Druck ergiebt, so ragt die Fassung inwendig so weit empor als von aussen. Um den hiedurch entstehenden schädlichen Raum zu vermindern, wird die zum Hahn führende Oefnung sehr eng gemacht. Die Länge von fünf Zoll ist mehr als hinreichend; denn man wird finden, daß es immer nur auf den Raum der letzten zwey Zolle, und auf die schnelle Verdichtung im letzten Augenblick ankommt.

*) Hr. Dessaignes legte seine Resultate hierüber dem gelehrten Institut zu Paris bereits 1810. vor, womit uns das *Journal de Physique* 1811. Stück 3, umständlich bekannt machte. Unsere ersten Condensationspumpen waren aus derselben Werkstätte; allein beiden giengen sie bey wiederholten Versuchen in Stücken, und ich mußte mich mehr als einmal mit neuen versehen.



Die Hauptfassung ist nur mit Siegelack eingeküttet, die zweite, welche das Kolbenstängelchen in der Mitte des Cylinders erhält, wird mit Leder gefüttert, um den Kolben nach Belieben ganz herausziehen zu können. Der Kolben besteht bey meinen Glaspumpen aus vielen dicht zusammengepressten und fleissig abgedrehten Scheibchen von hartem Leder: er ist ein gutes Zoll lang. Bey weitem Glasröhren machte mir auch ein mit Hirschleder überzogener Stempel aus Kork gute Dienste, ohne mit Fette oder Oel getränkt zu seyn. Die Trockenheit und die Reinlichkeit der inneren Glaswänden trägt zum glücklichen Erfolg merklich bey. Arbeitet man mit Gasarten, so darf die Füllung nicht auf der Wasser- oder Quecksilberwanne, sondern sie muß nur durch Einsaugen geschehen. Ein mit nassem Leder überzogener Stempel hindert nicht nur das Entzünden verbrennlicher Körper; selbst das Licht bey Luft und Gasarten bleibt gewöhnlich aus, woran wohl die enge Glasröhre Schuld seyn mag: bey Versuchen im Grossen würde der Erfolg vermuthlich anders ausfallen.

§. 5.

In so einer Glaspumpe wurden geprüft: möglichst reines Sauerstoffgas, Stickstoffgas, Kohlensaures Gas, Salpetergas, Wasserstoffgas. Der Anfang wurde immer mit atmosphärischer Luft gemacht, weil man durch das hiebey entstehende Licht erfährt, ob die Pumpe fehlerfrey ist. Die Erfahrungen der Hrrn. Biot und Hassenfratz (*Gilberts Annal.* XX. 99.) überhoben mich der Mühe, den immer gefährlichen, und mit dem Zerspringen der Pumpe begleiteten Versuch mit Knallluft zu wiederholen; der Versuch ist bekannt und richtig. Aus eben dem Grunde unterliess ich es, ein Gemisch von Wasserstoff- und salzsauerem Gas, zu verdichten. Schon bey Verdichtung des Wasserstoffgas springt die Pumpe gewöhnlich wegen zu rascher Entwicklung der Wärme.

§. 6.

Hiebey ergaben sich folgende Resultate:

- a) Alle Luftarten, die nicht athmenbaren so gut wie die athmenbaren, geben durch rasches Zusammendrücken ein im Finstern bemerkbares Lichtphänomen.
- b) Dieser Lichtschimmer ist nur augenblicklich und vorübergehend.
- c) Die Farbe des Lichts fällt gewöhnlich ins Röthlichte, und neigt sich abwechselnd zum weissen oder gelben; allein es hält schwer, hierüber etwas bestimmtes anzugeben, indem die Farbe des Lichts ausser der geprüften Substanz auch von der Stärke des Druckes und von der Farbe des Glases abhängt, und das Phänomen nur einen Augenblick anhält.
- d) Dieses Licht ist immer mit fühlbarer Wärme begleitet, die sich zwar von Aussen durch's Thermometer nicht genau bestimmen läßt, im Innern der Röhre aber hinreicht, leicht entzündliche Körper bis zum Glühen zu erhitzen, wenn sie vorläufig in die Pumpe gelegt werden, wie aus §. 3. erhellt.

- e) Verbrennliche Gase erzeugen, schon dem Gefühle nach, einen höheren Grad der Hitze, als nicht verbrennliche; daher bey Prüfung des Wasserstoffgas die Glasröhre nie aushält, wenn anders der Versuch gelingt.
- f) Zum glücklichen Erfolg trägt der rasche Druck im letzten Augenblick, und bey dem letzten Zoll des Kolbenspiels das meiste bey; daher es erlaubt ist, den Kolben über die Hälfte des gläsernen Cylinders anfangs langsam vorwärts zu schieben, und dann mit einem raschen Stofs zu vollenden. Wenn es an Kräften mangelt, dem kömmt dieser Kunstgriff wohl zu statten.
- g) Durch öfters wiederholtes Zusammendrücken derselben Luftportion ergibt sich, selbst bey den besten Pumpen, eine Luftverminderung, die man zum Theil dem unvermeidlichen Entweichen der Luft durch den Kolben und Hahn, zum Theil auch einer Luftzersetzung zuschreiben muß. Für letzteres kann ich aus eigener Erfahrung nicht sprechen; andere aber wollen es so gefunden haben. In der Ausübung ist es beynahe unmöglich, der Luft allen Durchgang zwischen Kolben und Glas zu sperren, wie jeder aus Erfahrung finden wird.

§. 7.

Die Erklärung dieser Erscheinungen, das heist, ihre Zurückführung auf bekannte Naturgesetze, ist meines Erachtens nicht schwer. Die permanentelastischen Flüssigkeiten haben ihre Aggregatform und Ausdehnbarkeit dem Wärmestoff zu verdanken; werden sie durch äussere Kraft schnell in einen engeren Raum zusammengedrängt, so wird es der Wärmestoff in eben dem Maasse, letzteres freylich nur auf einen Augenblick, denn er entweicht. Das erste ist also Erhitzen des comprimierten Körpers, und Zersetzen desselben durch vermehrte Hitze: das zweyte ist Verbreitung der Wärme, Erwärmung der Glasröhre und anderer Umgebungen. Befindet sich im Innern der Pumpe zugleich ein verdichtbarer, dem Drucke nachgebender Körper, z. B. Zündschwamm, so unterliegt er einer *doppelten Erhitzung*, von *Innen* und von *Aussen*; daher wird er zu glühen anfangen.

Könnte man den Versuch mehr im Grossen machen, so würde hier Schiefspulver so gut als Knallluft verpuffen; Kochholz so schnell wie Schwamm glimmen. Selbst das Leuchten der comprimierten nicht athmenbaren Luftarten kann man ein augenblickliches Glühen nennen. So viel im Allgemeinen. Allein noch bleibt ein Umstand zu erörtern übrig, welcher bey allen künftigen Lichterscheinungen durch Druck vorkömmt, und von dem eigentlich der glückliche Erfolg abhängt. Es ist nämlich eine bekannte Erfahrung, daß man bey der Verdichtung der Luft durch äusseren Druck nur unter der Bedingung ein Licht und eine Entzündung verbrennlicher Substanzen erhält, *wenn der Kolbenstofs rasch und möglichst schnell geschieht*, ausserdem nicht. So wird man in der gläsernen Condensationspumpe nie ein Licht, im messingen Condensations - Feuerzeuge nie ein Glimmen des Zündschwammes erzwingen, wenn man den Kolben nur langsam und allmählig hineindrängt. Diese Erfah-

rung ist so alt als der Versuch; aber auch die Ursache hievon entgieng dem aufmerksamen Experimentator nicht; denn sie lag in der Nähe. Soll in unserm Versuche Licht oder Entzündung erfolgen, so muß die Temperatur der comprimirten Luft auf den hiezu nöthigen Grad, manchmal bis auf die Glühhitze, gesteigert werden. Geschieht nun die Verdichtung nur stufenweis und langsam, so entweicht die durch Druck aus der Luft freygemachte Wärme in eben dem Maasse, als sie entsteht, in die Umgebungen, und der geringe Ueberrest bleibt ohne Wirkung. Dieses Entweichen läßt sich nicht anders hindern, als durch einen augenblicklichen Stofs, durch eine augenblickliche und zugleich beträchtliche Verdichtung und Wärme-Entbindung, wodurch die gesammte Masse des freyen Wärmestofs genöthiget wird, auf den geprüften Körper zu wirken. Auch zeigt sich hiebey, wie in der gesammten Mechanik, der beträchtliche Unterschied zwischen Druck und Stofs, dem Moment aus absoluter Kraft und Geschwindigkeit — Hiemit glaube ich die eine Hälfte des Phänomens hinreichend erklärt zu haben. *)

§. 8.

Ueber die Art, wie durch Verdichtung der Luft Wärme entsteht, sind vermuthlich alle Naturforscher einverstanden; die Frage ist also nur noch von der Abkunft des gleichzeitig ausbrechenden Lichts. Hierauf läßt sich so antworten: a) Betrachtet man die Luft mit vielen Chemikern als einen reichhaltigen Behälter des Wärme- und Lichtstoffs zugleich so muß durch starken Druck dieser so gut wie jener entweichen. b) Bedenket man, daß bey gehörig erhöhter Temperatur viele Körper, selbst unverbrennliche, zu glühen anfangen, so hat man hier ein Licht der Glühhitze. c) Eine beträchtliche Erhitzung hat immer Zersetzung der Körper zur Folge: wobey die feinern Stoffe wie z. B. Licht ist, zuerst entweichen, und so wäre das Leuchten durch Compression eine Folge der Zersetzung, wie in vielen andern Fällen. Uebrigens hat jeder, vorzüglich über das Wesen des Lichts, und den vielfachen Ausbruch desselben, seine eigenen Ansichten, hiemit auch seine eigene Erklärung wogegen ich nicht streite, weil wir damit nie in's Reine kommen werden.

*) Vom Windbüchsenlicht hat wohl Niemand eine richtigere, auf eigene Erfahrungen gegründete Erklärung gegeben, als Hr. v. Grotthuis, bey *Gehlen IX. 245. u. f.*, und gleichzeitig Hr. Munke in seinem *System der atemist. Physik*, S. 110. u. f.

ZWEITES KAPITEL.

Licht durch scheinbare Verdünnung der Luft.

§. 9.

Wenn man atmosphärische Luft (vermuthlich jede durch Compression nicht leicht zersetzbare Gasart) in einem sehr hohen Grad verdichtet, und ihr dann den Ausbruch durch eine enge Oefnung gestattet, so zeigt sich im Dunkeln ein Lichtphänomen, welches bisher unter dem Namen des Windbüchsenlichts bekannt war, weil man es hier zuerst sah, und auch am bequemsten hervorbringen kann. Liebhaber dieses Schießgewehrs mögen wohl das Windbüchsenlicht längst gesehen haben, wenn sie anders zu Nachts damit umgingen; die Gelehrten aber richteten ihr Augenmerk sehr spät darauf. Hr. Dr. Weber, Professor in Dillingen, führte es in seiner Abhandlung über die Electricität (*Landshut. 1791. u. Gilberts Annalen XI, 344.*) vermuthlich zuerst an. Hr. Prof. Remer, zu Helmstädt verfiel gleichfalls darauf, machte auch einige wissenschaftliche Untersuchungen hierüber. Herr Wolf in Hannover versichert es schon als Knabe gesehen zu haben. (*Gilberts Annalen VIII, 336. u. XVII. 23.*) Endlich kam der Versuch 1802. auch in England und Frankreich als eine physikalische Neuigkeit (freylich nur für Ausländer) zum Vorschein. Jetzt erhielten die Forschungen der Wifsbegierigen neues Leben, und zugleich eine bestimmte Richtung. Was seitdem geschehen ist, findet man in Gilberts Annalen zerstreut. Wer sich die Mühe giebt, das Zerstreute zu sammeln, und das Weitschweifige in's Kurze zu bringen, wird finden, daß noch manches zu thun übrig bleibt. Gegenwärtige Arbeit legte mir die Pflicht auf selbst zu prüfen. Ich suchte daher Windbüchsen von verschiedener Bauart, große und kleine, mit langen und kurzen, mit weiten und engen Lauf, wagte es sogar einen Lauf aus Glas anzusetzen, machte mancherley zweckmässig-scheinende Veränderungen, um die wahre Ursache aufzufinden. Wie nahe ich ihr gekommen bin, mögen andere beurtheilen; hier meine Erfahrungen, und dann meine Ansichten.

§. 10.

- a) Mit Windbüchsen, vom berühmten Kuchenreuter zu Stadtamhof zu Regensburg verfertigt, erhielt ich allemal einen Lichtbüschel, wenn ich ihnen die volle Ladung geben liefs, doch nur so lang, als die Luft in hohem Grad verdichtet blieb, daher gewöhnlich schon die dritte Entladung fruchtlos ablief.
- b) Bey manchen, dem Vorgeben nach sehr guten Büchsen war der Erfolg ungewifs; das Licht blieb zuweilen aus, selbst bey einer Ladung, die man nicht wohl übersteigen durfte.
- c) Ich sah Licht, der Lauf mochte ganz von Stahl, oder nur mit Bley gefüttert seyn.
- d) Ebenso, ich mochte sie frey entladen, oder mit einer Bleykugel versehen.

- e) Ein reichliches Oelen des Ventiels schien dem glücklichen Erfolg mehr zu schaden, als zu nützen.
- f) Wurde die Büchse Nachmittag satt geladen, und hierauf bis Abends in einem warmen Zimmer aufbewahrt, so glückte der Erfolg zuverlässiger, und der ausbrechende Lichtbüschel war länger — die Electricität der Luft nahm mit der Wärme zu. —
- g) Windbüchsen mit einem weiten Lauf blieben stets ohne Wirkung.
- h) Noch weniger glückte der Versuch, wenn ich den Lauf ganz beseitigte, und die verdichtete Luft sogleich ins Freie ausbrechen liefs.
- i) Kömmt das Mislingen von der Weite des Laufes her, so fülle man diesen zur Hälfte mit einem der Länge nach gespalteten Ladstock, und man erhält Licht.
- k) Ein gläserner Lauf zeigt alle Erscheinungen ohne Vergleich besser; ich wechselte mit starken Glasröhren von sieben Linien bis $2\frac{1}{2}$ im Lichten, und von drey bis einen Pariserfufs Länge. Allein man kann hiebey nicht vorsichtig genug seyn, um allem Unglück vorzubeugen. Eine weite Glasröhre wirkt so wenig als ein weites Rohr. *)
- l) Stellt man sich in einer mässigen Entfernung der Mündung des Gewehrs gerade gegenüber, so dafs man in den Lauf hineinsehen kann, so wird man beym Abschiessen im Innern ein schwaches Licht sehen, selbst wenn der Seitwärts stehende nichts bemerkt.

§. 11.

Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, dafs der gute Erfolg und die Stärke des Lichts hauptsächlich von zwey Umständen abhängt, nämlich von der Grösse der Ladung, und von dem Caliber des Flintenlaufs, oder mit anderen Worten: vom Bestreben der verdichteten Luft, sich auszudehnen, und vom Hindernifs, welches man der freyen Ausdehnung entgegensetzt. Da nun die Spannkraft der Luft mit der Verdichtung wächst, so mufs auch die Intensität des Lichts damit wachsen. Nicht alle Windbüchsen sind einer hinreichend starken Ladung fähig, daher auch nicht alle unserer Erwartung entsprechen. Allein selbst die stärkste Ladung würde keinen Erfolg haben, wenn die Oefnung des Lufbehälters und der Lauf der Windbüchse zu weit wären. Die verdichtete Luft mufs beym Ausbrechen einen Widerstand finden, und sich nicht augenblicklich in einen beträchtlichen Raum verbreiten können. Diesen Widerstand leistet ein enger Lauf der Büchse. Diese enge Leitung erschwert das Ausdehnen der comprimierten Luft: Zwischen dieser und der im Laufe enthalte-

*) Wer sich in der günstigen Lage befindet, und den Aufwand nicht scheuet, seine Windbüchse mit gläsernen Röhren von hinlänglicher Dicke und engem Kaliber nach Belieben zu versehen, kann mit so einer Anrichtung manchen lehrreichen Versuch machen, den ich nicht ausführen konnte. Das Windbüchsenlicht müfste sich auch bey weiten Röhren zeigen, wenn man ihre Mündung sperrte, entweder nur mit einem Pfropf oder noch luftdichter.

nen entsteht Conflict, Druck und Gegendruck, hiemit neue Verdichtung beyder, Compressionslicht, wie oben.

§. 12.

Das Windbüchsenlicht ist also kein Rarefactionslicht, wie einige glaubten, sondern es ist so gut eine Folge der Verdichtung, wie das Licht in der Condensationspumpe, daher es so sehr von den Dimensionen des Laufes abhängt, daher es ohne Lauf gar nie erfolgt, aber auch hey zu weiten Röhren ausbleibt.

Uebrigens ergibt sich bey dem Abschiessen einer Windbüchse gleichzeitig ein doppelter, ganz entgegengesetzter Erfolg; nämlich Verdünnung der aus dem Windkessel hervorbrechenden Luft, und daher Temperatur-Verminderung, Kälte, Eis, in der Gegend des Ventils *); ferner, Verdichtung dieser, so wie der im Lauf der Büchse enthaltenen, und nicht schnell genug ausweichenden Luft, hiemit Temperatur-Erhöhung, Wärme, Licht, vorzüglich im beschränkten Raum und an der entfernten Mündung des Flintenlaufs. Selbst das bey dem Abfeuern der Kanonen und Musketen ausbrechende Licht ist zum Theil Compressionslicht. Man mache den Versuch anfangs mit einer ordentlich geladenen Musketé, und dann mit gleichviel Pulver in der Kammer, ohne Futterung und ohne Kugel, der Unterschied wird auffallend seyn rücksichtlich der Lichtausströmung.

DRITTES KAPITEL.

Zerstreute, hieher gehörige Erfahrungen.

§. 13.

Stürzt Luft schnell in einen luftleeren, oder gehörig verdünnten Raum, so wird man unter gewissen Umständen, im Dunkeln ein schwaches Licht sehen. Ich will mich durch Anführung besonderer Fälle erklären:

Man hat schon öfters bey dem Zerspringen des ausgepumpten Recipienten der Luftpumpe ein Licht bemerkt. Hr. Deparcieux sah's bey hellen Tage, (*Gien's Journ. VIII, 20.*) Die äussere Luft dringt nämlich durch die Ritzen der verunglückten Glocke mit Blitzschnelle in den verdünnten Raum, wird durch diesen gewaltsamen Einsturz auf das Teller der Luftpumpe und an die inneren Wände des Glases geworfen, augenblicklich verdichtet, und dadurch leuchtend; ein Leuchten, welches durch den Druck der umgebenden Luft bewirkt, und

*) Man erinnere sich an Pictets Versuche, und an die Schemnitzer-Maschine.

durch den Widerstand fester Körper verstärkt wird. Zwey nothwendige Bedingnisse hiebey sind: a) die vorläufige Verdünnung der Luft unter dem Recipienten muß beträchtlich seyn, b) der eindringenden Luft muß Widerstand geleistet, und die Ausdehnung erschwert werden, d. i. der Recipient soll nicht ganz in Trümmer gehen, sonst wird der Erfolg zweifelhaft, oder fruchtlos ausfallen.

§. 14.

Um sich hievon zu überzeugen, nehme man statt des gewölbten Recipienten einen beiderseits offenen Glaseylinder, den man durch Auflegen einer passenden Glasplatte zum Versuch tauglich macht. Ist dieses Planglas dünn, und springt es bey noch geringer Luftverdünnung, so bleibt alles dunkel, wie ich es immer fand, so oft ich den Versuch machte. Hält es aber vermög seiner Dicke die volle Verdünnung aus, so muß man das Zerspringen durch einen schwachen Schlag bewerkstelligen; allein auch auf diese Art erhielt ich kein Licht, und zwar wie ich glaube darum, weil ein Planglas in zu viele Trümmer geht, hie-mit die einstürzende Luft nicht hinreichend ins Gedränge kömmt *) bey öfterer Wiederholung ist es wohl möglich, manchmal einen Lichtschimmer zu sehen.

§. 15.

Da dieser Versuch vorzüglich zu Nachts bey gänzlicher Dunkelheit immer viel Unangenehmes hat, so verfährt man sicherer auf folgende Art: Man überspanne obigen Glascylinder mit einer nassen Ochsen- oder Schweinsblase möglichst streng, daß die Blase nach dem Trocknen gleich einem Trommelfell einen Ton giebt; mache dann mittelst der Luftpumpe Guericke'sches Vacuum, bis die Blase platzt, und man wird manchmal ein reichliches Licht sehen. Ich sage manchmal, denn es steht in der Willkühr des Experimentators, wie der Versuch ausfallen soll. Hat der Cylinder nicht über sechs Zoll im Durchmesser, und die Blase Stärke genug, um eine beträchtliche Verdünnung auszuhalten, so erfolgt zuverlässig Licht; zerspringt sie aber zu frühe, oder ist der Cylinder zu groß, (ich wechselte von sechs bis zwölf Zoll im Durchmesser) so bleibt es aus. Selbst von der Form des Risses hängt das Licht ab. (Manchmal reißt die Blase rings um den Rand, wo sie aufliegt, zugleich; in diesem Falle blieb mir das Licht bey mittelmässigen Recipienten gleichfalls aus, vermuthlich weil die einstürzende Luft zu wenig Hinderniß fand. Es ist überflüssig, zu erinnern, daß bey Zylindern von sechs bis acht Zoll gesunde Ochsenblasen immer, manchmal sogar die Schweinsblasen den vollen Druck der Atmosphäre aushalten, was zu Theil auch von der

*) Dieser Versuch enthält aber in einer anderen Hinsicht viel lehrreiches. Die regelmässige, gegen den Mittelpunkt keilförmig zusammenlaufende Gestalt der Bruchstücke giebt Anlaß zu Bemerkungen über die Gleichheit und das Moment des Luftdruckes, über Cohäsion und Sprödigkeit des Glases, über den Bruch hohl aufliegender Körper, über den Widerstand einer Wölbung, u. dergl.

vorläufigen Spannung abhängt. So starke Blasen ziehe ich zu gegenwärtigem Versuche allen übrigen vor; ich mache nämlich das möglich beste Vacuum, und gebe dann der Blase einen Stoss mit dem Finger, oder mit etwas anderm; so hängt die Form des Bruches, und ich darf sagen auch das Licht, von meiner Willkühr ab.

§. 16.

Ich betrachte also auch das Luftpumpenlicht als ein Condensationslicht aus Gründen, die ich so eben angeführt habe. Andere, namentlich Hr. Dessaignes, sind der entgegengesetzten Meinung, wie aus einem Brief im *Journal de Physique* vom 2. Oct. 1813. erhellt; wo dieser Versuch als neu angeführt wird. Ich machte ihn zum erstenmal den 10. Oct. 1810. Allein Deparcieux sah zwanzig Jahre früher beym Springen des Recipienten und der Blase dasselbe Licht; er verfolgte auch seine Beobachtungen und machte hierüber einige wissenschaftliche Untersuchungen, was Dessaignes unterliefs. Es war für diesen ein glücklicher Umstand, daß die französischen Casse - Vessie's klein sind, und höchstens fünf Zoll im Durchmesser halten, sonst hätte er vermuthlich kein Licht gesehen.

Es ist merkwürdig, daß die §. 4. beschriebenen Condensationspumpen ihre Schuldigkeit nicht mehr machen, wenn ihr Caliber zu weit ist, wie mich Dumotiez versicherte, auch die Erfahrung mit gläsernen Pumpen lehrte. Ebenso bleibt das Windbüchsenlicht aus, wenn man die Büchse mit einem zu weiten Lauf versieht; gerade so verhält sich's mit dem Luftpumpenlicht, das sich bey zu grosser Oefnung des Bruches, und bey zu weiten Recipienten gleichfalls nicht einstellt. Eine auffallende Aehnlichkeit, welche auf dieselbe Ursache, auf die Verdichtung der Luft hindeutet. Jener neue Feuerzeug, eine Windbüchse mit engem Lauf (vorzüglich wenn dieser verschraubt wird,) und der gebrochene Recipient der Luftpumpe sind im Grunde dreyerley Verdichtungs - Werkzeuge unter verschiedener Form: Verdichtung der Luft durch äussere Kraft mittelst des Kolben ferner durch Hemmung der Ausdehnung, endlich durch Einstürzen in den leeren Raum und den Widerstand fester Körper.

§. 17.

Sehr bequem, und ohne die mindeste Gefahr einer Unannehmlichkeit erhält man das Luftpumpenlicht auf folgende Art: Man drücke den Kolben einer gläsernen Condensationspumpe, wie ich sie §. 4. beschrieben habe, bey offenen Hahn, bis auf den Boden der Röhre hinein, damit die Luft entweichen kann, schliesse hierauf den Hahn, und ziehe den Kolben schnell heraus, so wird man einen Lichtblitz sehen. Ich erhielt dieses Licht selbst bey minder vollkommenen Pumpen, welche mit keinem Hahn versehen waren, nur mußte ich der verdichteten Luft Zeit lassen, zwischen Glas und Stempel zu entweichen; alles kömmt auf einen raschen Zug an. Auch dieses Licht entsteht meines Erachtens durch das schnelle Eindringen der äusseren Luft in den ganz oder grösstentheils luftleeren Raum der Pumpe, wo-

durch sie so sehr verdichtet wird, daß sie leuchtet; aber auch hier darf die Glasröhre nicht zu weit seyn.

§. 18.

Hr. Deparcieux sah auch Licht beym Zerspringen luftvoller, gut geschlossener Glaskugeln unter dem ausgepumpten Recipienten der Luftpumpe. Er versichert sogar, diese kleine Kugeln mit Stickstoffgas und mit Sauerstoffgas gefüllt, und in beiden Fällen Licht, im letztern ein lebhafteres, gesehen zu haben (*Gren's Journal VIII*, 20.). Ich traue diesem Manne auf sein Wort; allein folgender Zufall, den ich im Verlaufe meiner Untersuchungen hatte, hielt mich ab, den Versuch zu wiederholen.

In einem mit Wasser gefüllten Trinkglas von 15 Pariser Cubiczoll Capacität tauchte ich die Schwimmblase eines Karpfen mittelst Gewicht unter, stellte das Glas auf der Luftpumpe unter einen Recipienten, welcher mittelmässig stark war und einen Raum von 157 Cubiczoll einschloß. Als die Verdünnung den gehörigen Grad erreicht hatte, sprang die untergetauchte Blase, und die sich ausdehnende Luft schlug das Wasser mit solcher Heftigkeit an die obere Wölbung des Recipienten, daß er gerade da, wo er am stärksten war, mehrere Sprünge bekam: man denke sich an die Stelle des Wassers Glas. — Sollte der Recipient ganz bleiben, so müßten die Glaskugeln sehr dünn seyn. Auch lohnt sich's der Mühe nicht, etwas auf's Spiel zu setzen, da der Versuch §. 17, im Grund ganz derselbe ist. *)

§. 19.

Ueber das Licht gläserner Knallbomben, wenn sie zerspringen, findet sich ein Aufsatz des Hrn. v. Helvig in *Gilberts Annalen* 1815, St. 9; woraus sich ergibt, daß das Gelingen von noch unbekannten Nebenumständen abhängt. Auch diesen Versuch, wie alle übrige des gegenwärtigen Abschnitts, mache ich seit 1810, fand auch immer dieselben Schwierigkeiten. Ich schob die Schuld auf die Glasblasen, die sich's wenig angelegen seyn lassen, jene Petarten Luftleer zu machen; half mir auch dadurch, daß ich sie mit Gewalt an die Wand

*) Die Wirkungen unter Wasser entstehender Verpuffungen übertreffen beym ersten Anblick alle Erwartung. Ich sah eine fünfzigpfündige Bombe, aus einem Mörser geworfen, die Eisdecke der Donau durchschlagen. Als sie unter dem Wasser platzte, erhob sich ein dicker Wasserstrahl, wohl 40 Fufs hoch in die Luft: ich sah einen kupfernen, mit Wasser gefüllten Kessel hoch in die Luft geschleudert, als eine mit Schießpulver geladene Patrone unter Wasser, mittelst Electricität, angezündet wurde. Ich füllte eine Glaskugel von anderthalb Zoll Durchmesser, die in eine Glasröhre von drey Zoll auslief, mit einem Gemisch von Schießpulver und Flusssand, damit sie bis zur Hälfte der Röhre unter Wasser tauchte: jetzt wurde das Pulver mittelst eines Schwefelfadens entzündet, und die Explosion war so stark, daß ich den Versuch nicht gern wiederholen würde; wer es versucht, entferne sich ja vom Apparat, und nehme nur sehr wenig Pulver.

oder auf den Boden schleuderte, wodurch sich das Licht besser einzustellen schien; auch ziehe ich Knallbomben von dickem Glas vor, wenn sie nur recht luftleer sind; dieses kann man ihnen geben, wenn sie einen Ansatz haben, der in ein Haarröhrchen ausläßt. Man erhitze sie über glühenden Kohlen beynahe bis zum schmelzen, und blase sie dann behend zu. Diese werden durch blosses Fallen auf Stein leuchten. Die Erscheinung gehört übrigens zum Luftpumpenlicht, und hat dieselbe Erklärung. Auch das von Davy bemerkte Licht, als ihm eine mit Oxy - halogengas gefüllte Glaskugel zerplatzte, gehört hieher: (*Schweiggers Journal*, III. 259.)

§. 20.

Mit dem Zerspringen der gläsernen Knallbomben verbinde ich, Aehnlichkeit halber, noch einige andere Versuche im Dunkeln, die zuweilen mit Licht begleitet sind. Und zwar erstens das Springen der Glastropfen (*lacrymae batavicae*.) Ich erhielt dieses Licht beynahe immer, und es versagte unter zehn Glastropfen kaum einer. Man könnte dieses Leuchten, so wie jenes der Bologneserflaschen zur Phosphorescenz durch Bruch und Trennung rechnen, wovon weiter unten gehandelt wird; allein die heftige Erschütterung der Hand beym Brechen eines Glastropfens, und die Veränderung desselben in Staub deutet auf die rasche Ausdehnung einer permanentelastischen Flüssigkeit, womit diese Glastropfen ganz gefüllt sind, wie schon der Augenschein zeigt, es mag nun Luft, oder ein anderes aus dem weichen Glas beym Erkalten entwickeltes Flüssiges seyn. Will man aber das Zerspringen dieser Tropfen, wie gewöhnlich, aus der widernatürlichen Spannung des Glases erklären, so läßt sich das hiebey entstehende Licht immer aus der umgebenden Luft herleiten, welche von den schnell auseinanderfahrenden Theilchen rasch getrennt und gedrückt wird; denn wenn der Versuch glücken soll, muß man den Glastropfen nicht mit der Hand halten, sondern den Schweif mit einer Zange ganz frey abwickeln, oder was noch leichter angeht, den Schweif mit der Zange halten, und den dicken Theil gegen eine Wand stemmend abbrehen; so wenigstens verfuhr ich. Bey manchen Tropfen ist der Lichtschimmer sehr auffallend*)

§. 21.

Nach so mancherley gelungenen Versuchen zweifelte ich nicht im mindesten, auch die bekannten Dampf - Kugelchen würden, durch Erhitzung platzend, im Dunkeln einen Licht-

*) Einige Jahre später, als diese Versuche nicht nur gemacht, sondern auch niedergeschrieben worden, fand ich in den *Denkschr. der Königl. Acad. der Wiss. von Paris*, für 1692. daß Homberg, da Licht der Glastropfen selbst im verdünnten Raum der Luftpumpe bemerkte: daß hiebey die Splitter stets kleiner waren als in freier Luft: daß einmal der Recipient in Trümmer gieng, u. dergl.

plötzlich erregen. Allein umsonst bemühte ich mich, ungeachtet mancherley Abänderungen, meinen Zweck zu erreichen. Sonderbar! *wirken vielleicht condensirte Wasserdämpfe anders, als condensirte Luft*, wenn sie in die umgebende Luft ausbrechen? daß die Expansion heftig sey, beweiset der Knall, jenem einer schwach geladenen Pistole ähnlich. Allein daß es bey diesem Leuchten nicht auf den Knall ankomme, beweisen die Glaspfropfen, beweiset die Windbüchse. Dieser Erfolg verdient Aufmerksamkeit.

§. 22.

Hieher gehört, was ich schon oben §. 100. über die Abkunft des *electrischen Funkenlichts* ganz kurz berührt habe; es ist mir nämlich mehr als wahrscheinlich, daß das Licht, welches ausbricht, wenn angehäuften Electricität von einem Körper in den andern durch die Luft überspringt, entweder ganz oder doch zum Theil aus der Luft selbst kömmt. Aus allen bisher angeführten Erfahrungen geht der unlängbare Satz hervor, daß sich aus der Luft Licht entwickelt, wenn sie beträchtlich verdichtet oder wie immer rasch getrennt und durchschnitten wird. Eine Bleykugel bezeichnet ihre Bahn durch einen Lichtstreif, wenn sie zu Nachts aus einer guten Windbüchse abgeschossen wird, wie mir sehr glaubwürdige Männer mehr als einmal bezeugten. *) Was durch fährt aber die Luft schneller, als der electriche Stoff mittelst der Verstärkungsflasche, oder der Blitz aus den Wolken?

Hiemit läugne ich nicht, daß das Licht einen Bestandtheil des electriche Stoffes ausmache; allein das getraue ich mir zu behaupten, daß man zu weit geht, wenn man alles electriche Funkenlicht, u. dergl. aus der electriche Materie selbst herleitet, ohne auf andere gut erwiesene Thatsachen Rücksicht zu nehmen. Also das Licht bey dem Funken ziehen, bey dem Ueberspringen, vorzüglich bey dem Entladen einer Flasche, bey dem Blitz in der Atmosphäre kann eben so gut aus der Luft, als aus dem electriche Fluidum kommen, kann reines Compressionslicht seyn; das sanfte Licht hingegen zwischen Reibzeug und Glasscheibe, das aus feinen Spitzen ausströmende, in den phosphoreszirenden Glasröhren bemerkbare, u. dergl. mag wohl rein electriche Abkunft seyn.

§. 23.

Beym Schlusse meiner Untersuchungen über das Licht permanentelastischer Flüssigkeiten darf ich folgende Bemerkung nicht mit Stillschweigen übergehen. Wir werden im nächsten Abschnitt sehen, daß manche Körper, wenn sie entzwey gebrochen,

*) Ich glaube sogar ein schwaches Licht zu sehen, wenn rüstige Postillons bey dunkler Nacht ihre Peitsche muthig schwingen und schnallten; den Französischen kömmt hierin kein anderer gleich, wozu die stete Uebung und die Form der Peitsche das meiste beiträgt. Allein als ich den Versuch hier wiederholen liefs, konnte ich nichts bemerken; weil unsere Peitschen dieser schnellen Bewegung nicht fähig sind.

oder zerstückelt werden, Licht verbreiten, was namentlich vom Glas gilt. Da nun bey mehreren bisher angeführten Versuchen gleichzeitig mit dem Luftdruck ein Glas in Trümmer gieng, so ist es wohl möglich, daß ein Theil des hiebey bemerkten Lichts dem Glas und nicht der Luft zukömmt, z. B. bey den gläsernen Knallbomben, bey den Glastropfen, bey dem Recipienten der Luftpumpe, u. dergl. Wo man mit der Materie der Gefässe wechseln kann, läßt sich der Zweifel sogleich heben; im entgegengesetzten Falle braucht er nur einige Uebung, um das Glas-Licht vom Luftlicht zu unterscheiden, wobey noch zu erinnern ist, daß es viel schwerer hält, durch Brechen einer Glastafel, als durch Einsturz oder Verdichtung der Luft ein Lichtphänomen zu sehen.

VIERTES KAPITEL.

Rückblicke und Folgerungen.

§. 24.

Verdichtung, Raumverminderung, gewaltsame Näherung der Bestandtheile, u. s. f. bewirkt in allen Körpern erhöhte Spannung und Entweichung des Wärmestoffs, häufig mit Zersetzung der Substanz und mit Lichtausbruch begleitet, ein wahres Glühen. Je compressibler und expansibler der Körper, je grösser die zusammendrückende Kraft, je rascher und schneller der Druck, je wärmer die Substanz, je geringer ihre Eigenschaft, die Wärme zu leiten, desto auffallender der momentane Erfolg, wie wir bey Luft und Gasarten so eben, wenigstens im kleinen, sahen; denn zu Versuchen im Grossen mangelt uns der Apparat.

§. 25.

Vorzüglich lehrreich würden derley Operationen in einem satsam widerstehenden, und zugleich durchsichtigen Papins-Popf seyn, wobey die von aussen beygebrachte Wärme bloß die Stelle des mechanischen Druckes vertreten dürfte. Naphten, Aether, Weingeist, verbrennliche Gase, Kunke's Phosphor, selbst starre Körper würden uns in jenem Behälter manche seltene Erscheinungen liefern, nicht bloß Licht oder Verbrennen, wie es im Freyen geschieht, wo sich das Flüchtige sogleich im Raume verbreitet und unseren Forschungen entzieht. Ritter sagt sehr passend: „Es sind noch ausserordentliche Dinge zu erwarten, wenn man bey den Processen auf nassem Wege höhere Temperaturen wird anwenden können. Selbst auf dem trocknen Wege muß verstärkter Luftdruck noch von Nutzen seyn, um die Verdampfung zu arretiren, bis die Zersetzung eintreten kann, *Fragmente Nr. 174.*“

§. 26.

Des Hrn. Gr. v. Rumford im Zeughaus zu München 1792. veranstalteter Versuch bleibt in meinen Augen ewig merkwürdig. Schießpulver in ganz geschlossenem Raume abgebrannt liefs statt elastischer Dämpfe einen steinfesten Körper zurück, der nur mittelst eines Bohrer's von den Wänden der Kanone und der Zündröhre konnte losgebracht werden, und der sich aller Wahrscheinlichkeit nach aus den elastischen Flüssigkeiten des Pulvers selbst gebildet hatte. Zugleich erhitzte sich der Lauf ganz ausserordentlich, und ohne Vergleich mehr, als eine so geringe Menge Pulvers vermocht haben würde. Ein Viertl-Kubickzoll Schießpulver war hinreichend, einen eisernen, $\frac{1}{4}$ Zoll dicken Cylinder mit einem betäubenden Knall in zwey Hälften zu sprengen; wozu nach des Hrn. Gr. Berechnung eine den mittleren Druck der Atmosphäre 55000 mal übersteigende Kraft erfordert wurde. Das ganze Verfahren dieses seltenen Versuchs verdient in der Urschrift selbst (*Philos. Transad. Vol. LXXXVII.*) nachgelesen zu werden. Eine Kanone, sagt der Hr. Gr., ist weiter nichts als eine Dampfmaschine, ihrer Dicke ungeachtet manchmal zu schwach, der Kraft erhitzter Dämpfe zu widerstehen. Wie weit könnten wir auf diesem Wege noch kommen! allein welcher Apparat würde hiezu nicht erfordert! —

§. 27.

Aehnlichkeit halber erinnere ich auch an die nicht minder wichtigen Versuche des Hrn. Baron Hall über die Folgen des Druckes erhitzter Gase im beschränkten Raum. (*Gehlen N. J. d. Chem. V. 287. u. f.*)

Gepulverte Kreide, Marmor, Kalkspath, Muscheln, u. dergl. wurden in Porcellanröhren gestampft, und in sehr starke Hüllen verschlossen, einer Hitze des schmelzenden Silbers unterworfen. Diese Kalkerden schwanden beträchtlich, oder flossen wohl gar in eine feste Masse zusammen, ohne ihre Kohlensäure zu verlieren, und ätzend zu werden; denn sie gleichen abgekühlt nach allen Kennzeichen dem gewöhnlichen Kalkstein. Es fand sich, dafs der Druck von achtzig Atmosphären durch äussere Hitze unterstützt schon merklich wirke, dafs er aber noch vier- bis fünfmal grösser seyn müsse, um jene Resultate vollständig zu liefern. So wirken Gase und Dämpfe im gesperrten Raume! Findet sich hier nicht Ritters Muthmassung vollkommen bestätigt, die er n. 228. seiner *Fragmente* äussert? „Es mufs einen Druck „geben, wo Wasser bis 1000 und 5000 Gr. R. erhitzt werden könnte, ohne Dampf zu seyn“ — Würde es aber noch tropfbar flüssig bleiben?

§. 28.

Uebermässiger Druck und gar kein Druck der Atmosphäre würden auf die Erde wie sie wirklich ist, gleichzerstörbar wirken. Im ersten Falle müßten alle Körper in Brand gerathen oder schmelzen, oder in ihre Elemente auf gelöst werden: im zweyten, das tropfbar-

flüssige verdünsden, das permanentelastische für uns verschwinden, das feste grösstentheils bersten, die Combustion eine unbekannte Erscheinung seyn; allein das gesammte Pflanzen- und Thierreich würde ja in dieser Voraussetzung gar nicht mehr bestehen. Es würde hiemit eine Auflösung und Zersetzung auf zwey ganz entgegengesetzten Wegen, doch mit sehr verschiedenen Endresultaten erfolgen. Bey Aufhebung alles Druckes würden die verflüchtigten Stoffe sich entweder unseren Sinnen für immer entziehen, oder bey bleibender Schwerkraft eine neue Erd - eigentlich Dampf-Atmosphäre bilden: durch übermässigen Druck hingegen könnten sich aus der Zersetzung selbst neue Stoffe bilden. Doch ich verweile nicht bey so überspannten Ideen, welche nie realisirt werden, so lang die Erde bleiben soll, was sie ist.

§. 29.

Die niedrigste, an die Erdoberfläche grenzende Luftschicht müßte schon des stärkern Druckes wegen wärmer seyn, als die höher gelagerten, wenn nicht stete Wärme - Vertheilung, und Luftwechsel vor sich giengen. Allein läßt sich der merkliche Temperatur - Unterschied auf hohen Bergen und in tiefen Thälern wenigstens zum Theil aus dieser ungleichen Verdichtung herleiten? Und nun denke man sich, eine beträchtliche Masse von Luft (im Mittelpunkt der Erde verschlossen,) werde augenblicklich mit der Erdatmosphäre in Verbindung gesetzt. Wie viel Wunderbares würde sich nicht dabey ergeben! welche Entzündungen, Platzungen, Erschütterungen! das wahre Centralf Feuer. — Luftdichter als Gold und Platin, sollte sie noch Luft, noch permanentelastisch bleiben? Allein wir brauchen nicht bis in den Mittelpunkt der Erde hinabzusteigen, um diesen Druck zu erhalten; eine achthundertmal kürzere Wassersäule bewirkt dasselbe. Schon daraus läßt sich die stets gleiche, gemässigte Temperatur des unergründlichen Weltmeeres einigermassen erklären; auch noch viele andere Naturerscheinungen beruhen, ganz oder zum Theil, auf diesem Grunde. Hält der Fisch diesen Druck noch aus? Sicher nicht — giebt es auf dem Grunde der tiefsten See noch Polypen und Gräser?

§. 30.

Die Erscheinungen der Windbüchse und des Feuerzeugs durch Verdichtung lehren, wie gefährlich es ist, die gemeine Luft auf einen hohen Grad zu verdichten, und woher die große Hitze am Ventil des Luftbehälters beym Laden der Windbüchsen kommt. Bey etwas vermehrter Verdichtung entsteht im Luftkessel mit jedem Kolbenstoß ein Feuerstrahl, der die Elasticität der versperreten Luft doppelt vermehrt. Diese immerzunehmende, durch den gesteigerten Druck unterstützte Temperatur - Erhöhung ist die Hauptursache vom Sprengen des Windkessels; daher die ledernen Ventile wie verbrannt aussehen. Vielleicht geschieht es darum, daß die Engländer zum Anfeuchten des Ventils Wasser, statt Oehl, brauchen. Das gefährliche, ja selbst das Unmögliche, so einen Behälter mit verdichteter Knallluft zu füllen, fällt von selbst in die Augen; schon mit reinem Wasserstoffgas geht's nicht mehr an

§. 31.

Bis zu welchem Grade der Luftverdichtung das Mariotte'sche Gesetz noch zutreffe, läßt sich schwerlich je mit Genauigkeit bestimmen. Die gewöhnlichen Condensationspumpen, welche nach der verbesserten Art mit einem Elaterometer versehen sind, ertragen keine merklich hohe Verdichtung, ohne daß entweder der Recipient, oder der Verdichtungsmesser, welcher immer von Glas seyn muß, Schaden leidet. Noch fehlerhafter wäre es, die Verdichtung aus der Anzahl der Kolbenstöße zu berechnen, da man nicht wissen kann, wie viel Luft aus der Pumpe in den Recipienten übergeht, und was davon in dem Stiefel zurückbleibt; daher die gewöhnliche Methode, obiges Gesetz aus dem Druck einer bestimmten Quecksilbersäule herzuleiten, noch immer die beste bleibt; nur ist sie sehr beschränkt.

§. 32.

Luft schnell verdichtet setzt Wärme und Licht ab. — Eine für die Naturlehre überhaupt, besonders für die Meteorologie, vielleicht auch für die Physiologie merkwürdige Thatsache. Hierüber nur einige Bemerkungen:

a) Wir erhalten daraus einigen Aufschluß über die verschiedene Reichhaltigkeit der Gase an Lichtstoff, und über die Abkunft des Lichts beym Verbrennen der Körper. Ich sagte oben (S. 258. §. 207.) *Von Natur aus durchsichtige Körper sind in der Regel lichtärmer als undurchsichtige*, weil es jene durchgehen lassen, diese an sich halten; doch man könnte sich die Sache auch so vorstellen: *durchsichtige Körper lassen das Licht durch, weil sie bereits damit gesättiget sind.* — Es ist zwar die Durchsichtigkeit der Körper ein schwer zu erklärendes Phänomen, und sie richtet sich nicht bloß nach der Verwandtschaft der Körper zum Licht, sondern hängt noch von vielen Nebenumständen ab, wie schon der Hydrophan, der Pyrophan, aufgehäuften Glastafeln unter Wasser, u. dergl. zeigen. Wie Neuton, Lambert, u. a. hierüber dachten, findet man in Gehlers Wörterbuch (Art, *Durchsichtigkeit*,) sehr gut auseinandergesetzt. Allein die Frage ist hier nur von der Luft, und zwar, ob Sauerstoffgas wirklich das meiste Licht enthalte, wie mehrere Chemiker, vorzüglich unter den Franzosen, behaupten, welche ehemals alles Licht beym Verbrennen aus der umgebenden Luft ableiteten. Die Akademie der Wissenschaften und Künste zu Lyon war noch 1813. der Meynung, die Eigenschaft durch Compression zu leuchten komme ausschließlich dem Sauerstoffgas zu, und jedem irrespirablen Gas nur darum, weil es nicht rein und mit obigem noch gemischt ist: wesswegen sie eine Preisfrage über das Condensations- und Windbüchsenlicht aufwarf (*Mon. Corresp. XXVIII*, 295.) Vom Gegentheile werden wir nun freylich durch die Versuche §. 6, überwiesen, und wir lernen daraus wenigstens so viel, daß alle Luftarten, athmenbare und unathmenbare, verbrennliche und nicht verbrennliche, durch Verdichtung Licht absetzen, mithin auch enthalten. Welche davon aber lichtreicher seyn, ist eine andere Frage. Ich glaubte mich, aus vielfältigen, in gegenwärtiger Schrift zer-

streuten Erfahrungen berechtigt, dem reinen Wasserstoffgas den ersten Platz einräumen zu dürfen. Hat es doch eine siebenmal stärkere Brechkraft, als das Sauerstoffgas; auch läßt es sich in der Condensationspumpe durch eine viel geringere Kraft zum Leuchten bringen, wobey es ohne Vergleich mehr Wärme und Licht verbreitet, als jedes andere Gas. Betrachtet man mit mir den Lichtstoff als den eigentlichen Brennstoff der Körper (wie Götting, Gren u. a. viel früher gethan;) so müssen überhaupts die verbrennlichen Gase Lichtreicher seyn, als die nicht verbrennlichen. Steht vielleicht dieser Reichthum mit dem specifischen Brechungsvermögen derselben im geraden Verhältniß? Die Versuche des Hrn. Biot und Arrago hierüber sind ehr lehrreich. (*Gilberts Annal.* XXVI. 36. u. f.)

- b) Reines Wasserstoffgas setzt bey gleichem Druck mehr fühlbare Wärme ab, als jedes andere — Steht diese Eigenschaft bey den Luftarten vielleicht im geraden Verhältniß ihrer Expansivkraft, oder im umgekehrten ihres specifischen Gewichts, unabgesehen von der Verbrennlichkeit einiger Gase?
- c) Werden zusammengesetzte, nicht verbrennliche Gase während dem Leuchten, durch Druck auch zersetzt? Bey der gemeinen Luft scheint in der Condensationspumpe so etwas vorzugehen, wenn man den Druck gleich nacheinander öfters wiederholt. *) Allein warum bemerkt man von dieser Zersetzung bey der gewöhnlichen Windbüchse nichts? Vermuthlich darum, weil man hierauf noch nie Rücksicht genommen hat. Man bekümmert sich beym Laden einer Windbüchse nur darum, eine möglichst starke Ladung zu erhalten, nicht aber zu erfahren, was unterdessen im Windkessel vorgeht. Ist das Leuchten comprimirter Luft ein Glühen, so ist's auch ein Zersetzen. — Nöthige Vorsicht bey Behandlung der Körper in der Condensationspumpe, um keine Fehlschlüsse zu machen. —
- d) Zünden durch Electricität ist meines Erachtens weiter nichts als Zünden durch Druck und Stofs, auf jeden anderen Weg für uns unnachahmlich. Hieraus erklärt sich's, wenn erwärmter Weingeist, fette Oele, u. dgl. durch den electrischen Funken in eine Flamme ausbrechen, was doch im Freien durch den höchsten Grad der Wärme allein nicht geschieht. Soviel als Ergänzung dessen, was ich hierüber oben (S. 195. §. 74, und S. 277. §. 252.) gesagt habe. Licht allein liegt also hier nicht mit im Spiel, wie ich früher vermuthet hatte, sondern augenblickliche Erhöhung der Temperatur des aus dem erhitzten Körper aufsteigenden Dampfes mittelst eines electrischen Funkens, u. dergl. Bey der Knallluft trägt auch der beschränkte Raum mit bey. Dafs das Schmelzen der Metalle mittelst einer electrischen oder voltaischen Batterie eine Wirkung der heftigsten Compression sey, davon bin ich ganz überzeugt.

*) Hr. Le Bouvier Desmortiers erwies diese Zersetzung durch wirkliche Versuche. (*Journal de Phys.* May 1809. *Gilberts Annalen* XXXIII, 229.)

- e) Das Leuchten des Sauerstoff-Stickstoff-Wasserstoffgas, u. dergl. durch Druck kann man ein wahres Glühen nennen, also wiederum ein Beyspiel von *Glühen ohne Verbrennen*, worauf ich schon öfters hingewiesen habe. Durch Verdichtung entsteht Temperaturerhöhung: diese bewirkt Ausdehnung in allen Körpern; allein die Beschränkung im Raum hindert das freye Ausdehnen; hiedurch entsteht Kampf und entgegengesetztes Streben der Kräfte, Entweichen des Wärme- und Lichtstoffs, Glühen. — Will man in der Erklärung noch weiter gehen, so gerätht man auf Hypothesen. — Was ist das Glühen des Eisen durch starkes Hämmern, durch Erhitzen? was ist das Glühen des Glases durch Reibung!
- f) Compression vermehrt die Hitze selbst bey der auflodernden Flamme. Die Ehrmann'sche Schmelzlampe wirkt desto stärker, je grösser der Druck der das Ausströmen befördernden Wassersäule ist, und je näher das Material der engen Mündung des Löthrohrs gebracht wird, wo das Sauerstoffgas den leichtesten Grad der Verdichtung hat. Auf diesem Grundsatz beruht zum Theil das seit kurzem von Neumann in England ausgedachte chemische Gebläse. In meiner 1808. zu St. Petersburg gedruckten Preisschrift sagte ich wörtlich §. 259: „Wollte man den möglich höchsten Grad von Hitze erhalten, so müßte man eine Combination von drey Substanzen zugleich veranstalten: nämlich concentrirtes Sonnenlicht mittelst der *Brennlinse*, *Sauerstoffgas*, *Wasserstoffgas*. „Das Verbrennen der zwey Gasarten geschieht mittelst zweyer Ehrmann'schen Lampen, „deren Mündungen beynahe horizontal, doch etwas abwärts geneigt liegen, damit die „Flamme auf den zu untersuchenden Körper hinströmt, auf welchen zugleich der Focus der Brennlinse fällt. Ich habe diese Anrichtung bereits vor zehn Jahren 1796. „ausgeführt; da ich aber hier vom Licht, und nicht von der Wärme handle, so will „ich nichts weiter davon melden.“ Noch in demselben Jahre bediente ich mich obiger zwey Lampen auch als Gasometer, eigentlich zur Erzeugung des Wassers, in meinen öffentlichen Vorlesungen auf der Universität zu Ingolstadt.
- g) Verbrennliche Gase bis auf einen gewissen Grad verdunnt, verpuffen selbst mit Sauerstoffgas nicht mehr. Den Beweis liefert seit vierzig Jahren das Eudiometer des Herrn Volta,*) und wie ich glaube auch Davy's neueste Bergwerkslampe. So sehr hängt bey permanentelastischen Flüssigkeiten, (ohne Zweifel auch bey Wasserdämpfen,) das wirkliche Verbrennen von der Dichtigkeit, und vom äusseren Druck ab. (Man lese hierüber einen lehrreichen Aufsatz des Herrn v. Grotthufs in *Schweiggers Journal* III. 129. ff.)

*) So lang ist's, daß dieser grosse Naturforscher sein Eudiometer in *Rozier's J. d. Ph. Novemb. 1778, pag. 365 — 375*, mit allen Eigenschaften beschrieb. Diesen vortreflichen Aufsatz hat man, wie es scheint, ganz vergessen, und späterhin Einrichtungen des Instruments sowohl, als Erklärungen der Resultate bekannt gemacht, welche mit jenen des Hrn. Volta keinen Vergleich aushalten.

- h) Hr. Döbereiner sagt: „Es wird uns noch gelingen, die elastischen Flüssigkeiten, welche sich bey der Verkohlung des Holzes, und bey Behandlungen glühender Kohlen, mit Wasserdämpfen entwickeln, zu tropfbaren zu verdichten, und dann werden wir auf die brennbaren Gase als Leuchtmaterial Verzicht thun können. (*Stoechiometrische Untersuchungen*, I. 85.) Hr. Dingler in Augsburg wird uns über die *Benutzung der Wasserdämpfe* viel interessantes sagen in seinem jüngst angekündigten Werke.
- i) Hydrogene das Verbrennlichste, Oxygene das Verbrennendste — — man mische sie im gehörigen Verhältnisse bey einer mittleren Zimmertemperatur in einem Glasbehälter; es entsteht kein Verbrennen, nicht einmal fühlbare Wärme; selbst in einem bis zu 100 Gr. R. dunkelheissen Backofen gemischt, zerpuffen sie nicht, was augenblicklich geschieht, wenn sie in einer eiskalten Compressionspumpe durch raschen Stoss verdichtet werden. Die Wahlanziehung zwischen Hydrogene und Oxygene muß also sehr gering seyn, indem man sie erst durch Beschränkung im Raum, und durch Verdichtung so zu sagen zwingen muß sich zu vermischen, chemisch aufeinander zu wirken, sich anzugreifen und in Wasser zu verwandeln. Ganz anders verhält sich die Sache bey Stangenphosphor; im trockenen Zustand atmosphärischer Luft in Berührung gebracht leuchtet (verbrennt) er schon bey + 3 R. im reinen Sauerstoffgas bey + 11 R. — Starkere Wahlanziehung: auffallender Einfluss des Stickstoffs auf das Verbrennen des Phosphors: Unvollkommenheit unserer Verbrennungstheorie. — —

§. 33.

Luft schnell verdichtet setzt Wärme und Licht ab — — wichtig für die Meteorologie:

- a) Wie viele Processe ergeben sich nicht im Dunstkreis, welche hierauf Bezug haben, und wie viele Formänderungen gehen in jener grossen Werkstätte nicht vor, woraus schnelle Temperaturveränderungen im Grossen entstehen? Schon Boerhave bemerkte, daß bey sehr stürmischer Witterung das Thermometer steigt, mithin die Wärme im Freien wächst, und er leitet dieses Phänomen sehr richtig von dem vermehrten Druck und der gegenseitigen Reibung der Windströme ab. (*Elem. Chem.* p. 191.)
- b) Bewegen sich in den höhern Regionen fremdartige Körper blitzschnell, so kann selbst die dünnste Luft bis zum Glühen erhitzt werden, also auch hinreichen, die Grundstoffe der Sternschnuppen, der Feuerkugeln, u. dergl. zu entzünden.
- c) Die Erscheinungen der Gewitter-Schliessen sich an jene der voltaischen Batterie an: sich bilden und ausbrechen ist glaublich ein's. Wolken-Entladungen, jenen einer electrischen Verstärkungsflasche ähnlich, erklären die Sache nicht; besser: sie stützen sich auf eine falsche Voraussetzung.
- d) Hier wäre der Ort, vom Schmelzen geschleuderter Bleykugeln, nach Sage der römischen Klassiker, zu handeln, wenn sich's der Mühe lohnte, von einer hundertmal nachgeschriebenen Erdichtung, von der Hyperbel eines alten, uns nicht mehr bekannten

Dichters, zu reden. Unsere dermaligen Schießgewehre widerlegen diesen Wahn bis zur Ueberzeugung. Uebrigens kann man hierüber Boerhave, Kraft, Nollet, und Gilberts Annalen (XVIII. XIX.) nachlesen.

§. 34.

Auch dem Physiologen, und dem Arzt dürften obige Erfahrungen manchmal zu statuten kommen. Ich rede hier nicht vom Einfluß des immer wechselnden Luftdrucks auf den menschlichen Körper, vorzüglich im krankhaften Zustande, sondern von den Modificationen, welchen das Tropfbarflüssige, und das Gasartige im thierischen Körper unaufhörlich unterworfen ist, d. i. von den Modifikationen chemischer Auflösungen im beschränkten Raum, mit beträchtlicher Verdichtung. Diese neue Quelle der Phosphorescenz muß man den übrigen, S. 413. von mir aufgezählten noch beyfügen: *Phosphorescenz der eingeschlossenen Flüssigkeiten und Dämpfe durch vermehrten Druck.*

Branntwein in Ueberfluß genommen entzündet sich manchmal im menschlichen Körper: die hiezu nöthige Temperatur kann nicht wohl die freye Wärme im Innern liefern, sondern der Druck der eingeschlossenen Dämpfe leitet das Verbrennen ein.

§. 35.

Das Windbüchsenlicht und andere oben (Kap. 2.) angeführte Erfahrungen gaben zu der irrigen Meinung Anlaß, als könnte man durch Luftverdünnung so gut wie durch Verdichtung Licht und Wärme hervorbringen. Ersteres wollen wir jetzt bey Seite setzen, letzteres streitet mit den bisher bekannten Erfahrungen. Beträchtlich verdichtete Luft, welche Zeit hat, die aus ihr durch Druck freigemachte Wärme an umgebende Körper abzusetzen, wird bey raschem Ausbruch in ein schwach widerstehendes Mittel aus zwey Ursachen Wärme verschlucken, d. i. fühlbare Kälte erregen, einmal weil sie ihren vorigen Verlust an Wärmestoff zu ersetzen trachtet: ferner, weil sie relativ verdünnt wird; daher die Kälte in der Schemnitzer-Maschine, und in Pictets neuern Versuchen (*Journ. d. Ph. an VI, 186. und VII .68.*) Gay-Lussac's Erfahrungen, (*Mem. d'Arcueil, I. 180.*) streiten nicht im mindesten mit dieser Erklärung. Sie beweisen vielmehr, daß die Luft immer etwas Wärme absetzt, so oft ein Widerstand ihr freyes Verbreiten hemmt, und durch Zurückpressen eine obgleich schwache Verdichtung entsteht. Wenn daher Luft aus einem gefüllten Ballon in einen luftleeren überströmt, so muß ein empfindliches Thermometer in diesem steigen, und in jenem sinken, wie schon die gewöhnlichen Versuche mit der Luftpumpe zeigen. Nun schliesse ich in Betreff des Lichts so: Wenn Luftverdichtung mit Temperaturerhöhung, Luftverdünnung mit Temperaturerniedrigung stets verbunden ist; wenn ferner das bey der Luftverdichtung gleichzeitig ausbrechende Licht nur eine Folge der schnell und beträchtlich gesteigerten Temperatur ist, wie kann ich bey der Luftverdünnung noch Licht er-

warten? Wie kann ein ganz entgegengesetztes Verfahren bey Luft dieselbe Wirkung hervorbringen?

§. 36.

Gesetzt aber auch, durch rasche und ungehinderte Ausdehnung einer bestimmten Luftmasse könne Licht entstehen (was ich nicht unbedingt läugne,) so bleibt doch der Beweis hievon durch einen überzeugenden Versuch für uns stets unausführbar aus Mangel der nöthigen Anstalten; denn hiezu würde erfordert a) ein vollkommen luftleerer Raum, und zwar b) von sehr grossem, beynahe unbeschränkten Umfang. So lang diese zwey Bedingungen nicht erfüllt werden, bleiben alle Versuche unvollkommen, und jeder Erfolg zweifelhaft, wie für sich klar ist. Bey allen unseren Anrichtungen stösst die sich ausdehnende Luft entweder auf die umgebende Luft, oder auf die den Raum beschränkenden Gefässe, das h. auf Hindernisse, welche die freye Ausdehnung der ausbrechenden Luft hemmen, und sie neuerdings verdichten. Wie können wir also das Windbüchsenlicht u. dergl. mit Ueberzeugung aus der Luftverdünnung herleiten? Ist es nicht vernünftiger, bey der Erklärung einer Naturerscheinung sich auf einen ausgemachten Erfahrungssatz stützen, als zu einer unerweislichen Hypothese seine Zuflucht nehmen?

§. 37.

Ich weis wohl, daß *Davy's Oxy - Halogengas* unter Vermehrung des Volumens mit Licht - und Wärme - Verbreitung verpufft. Allein bey Durchlesung des interessanten Aufsatzes in *Schweiggers Journal* (B. III, S. 256. u. f.) wird man finden, daß sich hieraus gegen meine Meynung nichts erhebliches folgern läßt. Es heisst: „Bisweilen verpufft dieses Gas, während man es von einem Gefäss ins andere gießt, und es ist hiebey Wärme und Lichterzeugung mit Vermehrung des Raumumfanges verbunden. Man kann es immer nach Gefallen verpuffen lassen mittelst gelinder Wärme; die der Hand ist oft hinreichend.“ —

Ist's wohl möglich, ein Gas aus einem Gefäss in ein anderes ohne mindesten Druck hinüberzuleiten? besonders wenn man, wie hier geschah, in der Quecksilberwanne arbeitet. Ein in so hohem Grad zersetzbares Gas kann also schon durch diesen, obgleich geringen Druck verpuffen. Man erinnere sich an die so eben angeführten Versuche des Hrn. Gay-Lussac, und an die Verpuffungen einiger Knallsalze — Die gleichzeitige Ausdehnung ist Folge, nicht Ursache des Wärme- und Lichtausbruchs, daher sagt Davy: *sobald ich diese Erscheinung sah, überzeugte ich mich, daß ihr Grund in der Zersetzung des Gases liege.* Nur folgende Stelle bleibt mir dunkel, und mit dem eben beygebrachten nicht ganz vereinbar: „Die lebhaftesten uns bekannten Wirkungen der Verbrennung sind Erzeugnisse einer Verdichtung des Sauerstoff- oder Salzsäuregases; bey den Versuchen, von denen wir so eben reden, wird gewaltige Verpuffung mit Licht und Wärme hervorgebracht durch Ausdehn-

,nung und Trennung der Gase; eine gänzlich neue Erscheinung für die Chemie als Wissenschaft. — Allein wie geschieht diese Ausdehnung und Trennung? Wann und wodurch ergiebt sie sich? Da ich aus eigener Erfahrung hierauf nicht antworten kann, so halte ich mein Urtheil zurück; bin aber überzeugt, daß der Erfolg mit meinen Ansichten nicht im Widerspruch stehe.

FÜNFTES KAPITEL.

Licht durch Druck auf tropfbare Flüssigkeiten.

§. 38.

Nachdem ich die Lichterscheinungen, welche sich durch Verdichtung der Luft ergeben, untersucht hatte, wandte ich mich zu den tropfbaren Flüssigkeiten, um zu sehen, ob auch diese durch Compression leuchten. Allein diese Versuche sind mit so vielen Schwierigkeiten verbunden, daß es äusserst schwer hält, unzweideutige Resultate zu erhalten. Tropfbare Flüssigkeiten sind bekanntlich in einem so geringen Grade verdichtbar, daß man sie lange Zeit als ganz unbezwingbar, und jedem Drucke widerstehend betrachtete; nur durch Aufwand von Kräften und Maschinen überzeugte man sich vom Gegentheil. Da uns hier hauptsächlich um die Beobachtung des Lichts zu thun ist, so kann die Verdichtung nicht anders, als in gebrechlichen Glasröhren veranstaltet werden. Hiezu kommt noch der Umstand, daß sich beym Füllen der Glasröhre mit Wasser u. dergl., aller Sorgfalt ungeachtet, sehr leicht Luftbläschen einschleichen, welche das Resultat zweifelhaft machen, nichts zu melden, daß jede tropfbare Flüssigkeit schon für sich die Luft enthält, die man weder durch Kochen, noch auf eine andere Art ganz und gar wegschaffen kann; und wäre dieß auch möglich, so würde sie sich bis zur Veranstaltung des Versuches wieder beymengen. Der Widerstand des Flüssigen, die Gebrechlichkeit des Glases, und die fremdartige Luft sind also die drey vorzüglichsten Hindernisse, mit welchen der Experimentator zu kämpfen hat. Die erste trachtet er durch hinreichende Kraft von Menschen und Maschinen, die zweite durch sehr dicke Glasröhren, die dritte durch möglichste Sorgfalt zu überwinden; oder wenn dieß nicht ganz gelingt, aus den Erfahrungen des ersten Kapitels zu beurtheilen, welchen Antheil an dem beobachteten Licht die äusserst wenige Luft haben kann, und was der Flüssigkeit selbst zugehört.

§. 39.

So verwickelte Versuche gewinnen nur dadurch an Zutrauen, wenn mehrere Naturforscher, die sich damit beschäftigen, ähnliche Resultate erhalten. Dieß ist einsweilen der Fall

mit Hrn. Dessaigues und mit mir, bis auf noch zu erwartende Bemühungen anderer Männer, denen es weder an Fleiß, noch an Apparat mangelt; denn hier bleibt noch manches zu thun übrig. Jener theilte seine Erfahrungen dem gelehrten Institut zu Paris bereits im April 1810. mit, die wir aber um ein ganzes Jahr später, zuerst in *Gilberts Annalen* (1811. Hest 3.) dann im *Journal de Physique* (1811. July,) endlich in *Schweiggers Journal* (1813. Hest 1.) mehr oder weniger ausführlich geliefert erhielten; nur das *Journal de Physique* enthält den Aufsatz unabgekürzt und vollständig.

Andere Arbeiten erlaubten mir nicht, vor 1811. Hand anzulegen, auch waren meine Erwartungen aus den so eben angeführten Gründen sehr herabgestimmt. Erst als ich des Hrn. Dessaigues Schrift zu lesen bekam, faßte ich neuerdings Muth, und so entstand das, was hier folgt, freilich im Ganzen nur eine Wiederholung der bereits gemachten Versuche, aber zugleich eine Bestätigung, die nicht ganz ohne Werth ist.

§. 40.

Hiezu gehört eine kleine zweckmässig eingerichtete Condensationspumpe. Ich beschreibe zuerst jene des Hrn. Dessaigues, und füge dann meine Verbesserungen bey.

Der Zweck ist, eine kleine Portion Wasser, u. dergl. so im Raum zu beschränken, daß es den stärksten Druck aushält, ohne nur im mindesten ausweichen zu können; zugleich muß von Aussen bemerkbar bleiben, was im Innern vorgeht. Diese Absicht zu erreichen, wählte Hr. Dessaigues eine beyderseits offene, an den Enden flach abgeschliffene Glasröhre von 4 Lin. innerer Weite, 6 Lin. Dicke, und 9 Zoll Länge; die eine Oefnung dieser Röhre will ich A, die andere B. nennen *)

Um einen beliebigen Druck auf die in die Röhre gebrachten Flüssigkeiten zu bewirken, wurden zwey luftdichtpassende Pfropfe a und b aus Lederscheibchen bereitet, welche in Fette getränkt, und zwischen Messingplättchen eingeeengt waren. Diese Plättchen gewährten auch den Vortheil, daß die angränzenden Grundflächen der cylinderischen Pfropfe sich genau deckten, und die Luft ausschlossen. Einer derselben, etwa a war, wie bey den gewöhnlichen Pumpen, mit einer Kolbenstange versehen, der andere nicht. Endlich wurden die Oefnungen A und B mit viereckigen, $2\frac{1}{2}$ Linie dicken, und in der Mitte durchbohrten Messingplatten α , β , gedeckt, welche an den vier Ecken durch Eisenstäbe mittelst Schrauben und Muttern in Verbindung kamen, und so auf die durch Leder geschützten Oefnungen dicht auflagern. Durch α gieng die Kolbenstang, β war mit einem eingeschraubten Hahn, wie bey

*) Der Leser wird gut thun, sich nach den angegebenen Buchstaben eine rohe Zeichnung zu entwerfen, um mich besser zu fassen.

den Luftpumpen, versehen, und die ganze Glasröhre Sicherheitshalber mit Drath umflochten. *)

Bey den Versuchen verfuhr Hr. Dessaignes, eigentlich der Mechanicus Dumotiez, so: der Pfropf *b* wurde mittelst *a* in die Glasröhre vorgeschoben, daß nur noch ein Zoll innerer Raum übrig blieb; dieser Raum wurde mit luftreinem Wasser, u. dergl. gefüllt, die Messingsplatten *a* und *β* gedrängt verbunden, (der Hahn, wie ich vermuthe, schon vorläufig auf *β* geschraubt, verschlossen, und sein schädlicher Raum mit Wasser gefüllt,) die Kolbenstang in einen Schraubstock eingespannt; die Pumpe aufgezogen, so weit es der Stempel *a* erlaubte (was 162 Millimetres, oder höchstens 6 Zoll betrug,) und dann im Dunkeln mit aller Kraft herabgestossen; hiemit drängte der Kolben *a* den Pfropf *b* und dieser das eingeschlossene Wasser. So verfuhr Hr. Dessaignes mit Beyhülfe des Künstlers Dumotiez.

§. 41.

Bey dieser Einrichtung fand ich hauptsächlich zwey Stücke zu ändern. a) Der auf die Platte *β* geschraubte Hahn ist zu den Versuchen mit tropfbaren Flüssigkeiten nicht nur unnütz, sondern höchst schädlich, weil sowohl beym Schraubengewind als zwischen dem eigentlichen Hahn das Wasser ausweichen und sich einen Weg machen kann, auch der sogenannte schädliche Raum nur mit Mühe beseitiget wird. Diesem Fehler ist sogleich abgeholfen, wenn die Messingplatte *β* ganz bleibt, damit sie allein den Raum luftdicht schließt. b) Daß der Kolben *a* luftdicht paßt, erschwert den Versuch, und trägt zum bessern Gelingen nichts bey. Der Pfropf *b* allein muß das Wasser im Raum beschränken; hält dieser nicht aus, so nutzt *a* nichts mehr. Man mache also den Kolben *a* so dünn, daß er in die Glasröhre sehr willig geht; dann erhält *b* einen zehnmal stärkern Stofs, und der Versuch gelingt zuverlässiger; auch beym Füllen mit Flüssigkeiten kommt man leichter weg. c) Das Sicherheitsgitter von Drath ist überflüssig. Nie vermag Menschenkraft Wasser so zu verdichten, daß eine $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Glasröhre in mehrere Trümmer geht; nur Luft und Dämpfe, stark erhitzt, verursachen derley Platzungen. Uebrigens schützen schon die vier, längst der Pumpe hinlaufenden Eisenstängelchen vor möglichen Unfällen hinlänglich. Hr. Dessaignes wollte eine Universalmaschine verfertigen, welche eben darum für manche besondere Fälle unvollkommen wurde,

*) Wer *Rozier's Journal de Physique*, T. XXXI, pag. 431. oder *Lichtenberg's Magazin fortges. von J. H. Voigt*, B. V, St. 3. S. 93. bey Handen hat, wird sich von dieser Verbindung einen deutlichen Begriff machen. Die dort beschriebene Condensationspumpe hat vor den gewöhnlichen viele Vorzüge; nur sind die beyden Stiefel nach der Zeichnung etwas zu weit, auch ist es unrichtig, daß die Glasröhre des Verdichtungsmessers oben offen seyn muß. Der schon empfohlene Künstler Dumotiez machte auch die so eben beschriebene Pumpe für Hr. Dessaignes, und stellte sogleich die nöthigen Versuche in seiner Werkstatt selbst an, was Hr. D. mit Dank erkennt.

wie er sogleich erfuhr. d) Bey meiner Einrichtung ist es unnöthig, die Kolbenstang in einen Schraubstock zu spannen. Der Theil der Pumpe, wo sich das Wasser befindet, kömmt abwärts und stützt sich auf eine unbewegliche Unterlage: hiemit sieht man das Licht deutlicher. Man gebe der Kolbenstange eine zweygriffige Handhabe, um mit beyden Händen bequem stoßen zu können. e) Noch besser ist's, die zwey Pfropfe *a* und *b* sogleich in Berührung zu bringen, und den Stofs durch einen Hammerschlag zu bewirken; eine kleine Uebung wird lehren, wie stark dieser Schlag seyn darf und muß, um den Erfolg ohne Beschädigung der Pumpe zu erhalten. Ist der Hammer schwer und breit, so erfordert er keine grosse Fallhöhe, und man wird selbst im Finstern den breiten Handgriff der Kolbenstange nicht verfehlen. In diesem Falle darf auch *a* luftdicht schliessen, wie bey Hrn. Dessaignes. f) Immer ist's rathsam, sich gleich anfänglich mit einem Halbduzend Glasröhren zu versehen; sind sie von gleicher Weite, so ist beym Verunglücken der Verlust nicht groß, weil alles übrige paßt, und die fernern Versuche leiden keinen Aufschub. g) Uebrigens sieht man leicht ein, daß der Druck auf das Wasser nach Belieben könnte vergrößert werden, wenn man die Kolbenstang entweder mit einem Hebel verbinden, oder unter eine Presse bringen wollte. Die Anrichtung ist willkührlich; nur muß man nie vergessen, daß das Gelingen von einem augenblicklichen Stofs abhängt, und ein langsam zunehmender Druck hier noch weniger, als bey Luft ein Licht gewährt. h) Die §. 4. beschriebene Glaspumpe ist hier nicht anwendbar, weil sie zu dünn ist, und den viel stärkeren Druck nicht aushält.

§. 42.

Wird nun diese Condensationspumpe ohngefähr ein Zoll hoch mit Wasser, oder einer andern tropfbaren Flüssigkeit gefüllt, — nur starke Säuren ausgenommen, welche die Geräthschaft angreifen — und äussert man im Finstern auf den Pfropf *b* einen hinlänglich starken und schnellen Stofs, so ergeben sich folgende Erscheinungen:

- a) Alle Flüssigkeiten leuchten; wenigstens war dieß der Fall bey Wasser, Salzaufösungen in Wasser, Weingeist, fetten und ätherischen Oelen, Essig;
- b) Dieses Licht ist nur augenblicklich, und vorübergehend wie der Stofs;
- c) Der Schimmer wächst mit der Stärke des Stosses;
- d) Er zeigt sich am deutlichsten in der Gegend der Messingplatte β , oder an dem vom Pfropfe *b* entfernten Enden der Glasröhre;
- e) Er bleibt ganz aus, wenn der Stofs entweder zu schwach ist, oder die Geräthschaft nicht vollhommen genau schließt;
- f) Die Farbe des Lichts wechselt mit der Flüssigkeit, und mit der Stärke des Stosses; hangt vermuthlich auch von der Beschaffenheit der Glasröhre ab; bey Wasser ist sie gelblicht.
- g) Der Versuch glückt auch, wenn man ihn mit demselben Wasser öfters nacheinander wiederholt.

- h) Zwischen Pfropf und Glas bemerkt man kein Licht, selbst nicht zwischen dem beweglichen Kolben *a* und dem Glas.
 i) Zugleich entwickelt sich mit jedem Stofs etwas fühlbare Wärme.

§. 43.

Hiemit ist es entschieden, daß sich *während der raschen Compression tropfbarer Flüssigkeiten im beschränkten Raum* ein augenblickliches Licht entwickelt. Die Frage ist nur, wem gehört dieses Licht zu, und woraus entspringt es? a) Etwa aus der Reibung zwischen Glas und Pfropf? b) Oder aus der wenigen im Wasser und überhaupt im beschränkten Raum noch vorfindigen Luft? c) Oder aus dem Wasser selbst? d) Oder endlich aus diesen drey Quellen zugleich?

a) Der erste Zweifel läst sich durch Versuche heben. Wir werden in den folgenden Kapiteln sehen, daß kein fester Körper durch augenblicklichen Druck und Reibung leuchtet, wenn keine Stücke davon abspringen, oder wenn er nicht in Trümmer geht, das electrische Licht ausgenommen. Zwey polirte Bergcrystalle, Glasplatten, u. dergl. geben selbst bey der stärksten Reibung keine Spur von Licht, solange ihre Flächen unbeschädigt bleiben; noch viel weniger kann Leder auf Glas so etwas bewirken. Auch dem Druck, welchen die Glasröhre hiebey aushalten muß, kann man das Licht nicht zuschreiben; denn es ist eine nicht minder bewährte Thatsache, daß ein einfacher Druck ohne Bruch auf feste Körper nichts vermag. Wie könnte endlich zwischen dem Pfropf *b* und der Glasröhre ein electrisches Licht entstehen, da der Spielraum von *b* so unbedeutend klein, und zugleich eine ununterbrochene Leitung vom Wasser bis zur Hand des Experimentators zugegen ist? Eher liesse sich so etwas vom Kolben *a* erwarten, der bey Dessaignes einen Raum von sechs Zoll durchlief. Allein dieses Licht, wenn es je entstünde, würde man sehr leicht von jenem des Wassers unterscheiden; ich kann aber versichern, daß ich bey meinen vielfältigen Versuchen mit Gasarten und tropfbaren Flüssigkeiten zwischen dem Kolben und der Glasröhre nie so ein Licht gesehen habe.

b) Gegründeter ist der zweyte Verdacht, daß die dem Wasser noch beygemischte Luft an diesem Licht einen Antheil habe, indem es sehr schwer hält, tropfbare Flüssigkeiten ganz und gar von Luft zu reinigen, und bis zum wirklichen Versuch luftrein zu erhalten; auch hat man Mühe, beym Füllen der Pumpe alle Luft zu beseitigen. Allein wer sich vorläufig mit den Lichterscheinungen bekannt gemacht hat, welche sich bey Verdichtung der Luftarten ergeben (§. 6,) und dann obige Versuche mit den tropfbaren Flüssigkeiten wiederholt, der wird zuverlässig eingestehen, daß das hiebey entstehende reichliche Licht unmöglich von der unbedeutenden, vielleicht noch vorfindigen Luft herrühren könne, und daß es, wo nicht ganz doch größtentheils aus dem Wasser selbst kommen müsse. In dieser Meynung bestärken mich noch folgende Gründe.

§. 44.

Seit der vortreflichen Abhandlung des Hrn. Prof. Zimmermann in Braunschweig, *) ist die Elasticität des Wassers meines Erachtens überzeugend dargethan. Giebt nun Wasser dem Drucke nach, und läßt es sich verdichten, so kann es dabey auch leuchten. Zu diesem Schluß berechtigt uns die Annalogie, und die mit Luft und anderen Substanzen vorgenommenen Versuche. Bedenken wir ferner, daß sich bey jedem Stofs gleichzeitig mit dem Licht auch fühlbare Wärme aus dem Wasser entwickelt, so läßt sich nicht mehr zweifeln, daß Licht so gut wie Wärme aus dem comprimierten Wasser entweiche.

Von dieser Temperaturerhöhung kann man sich auf folgende Art überzeugen: Man gebe dem eingeschlossenen Wasser zwey bis drey Stöße nacheinander, öffne dann schnell die Mündung B, indem man entweder die Messingplatte β , oder im Fall sie mit einem Hahn versehen ist, diesen abschraubt, und in das kurz zuvor comprimerte Wasser ein empfindliches Thermometer versenkt, welches sogleich um 4 bis 5 Grade steigen wird. Das ist freylich nun sehr unbedeutend, und lange nicht hinreichend, ein Lichtphänomen zu bewirken; allein es ist auch nur ein sehr kleines Ueberbleibsel der bereits wieder zerstreuten Wärme, wie jedermann einsieht; so zu sagen ein schwacher Fingerzeig aus dem Wenigen auf das Mehrere und Wirkliche zu schliessen, das ausser unserer Erfahrungs-Sphäre liegt, und immer liegen wird.

Unter einer grossen Münzpresse erhalten die Prägstücke gewifs eine sehr beträchtliche Temperaturerhöhung, dennoch zeigt das Thermometer hievon nur gar wenig an, wie wir weiter unten sehen werden. Bey Wasser, als einem elastischen Körper tritt auch noch der Umstand ein, daß es sich nach dem Druck sogleich wieder ausdehnt, mithin die Wärme wieder absorbiert.

§. 45.

Wasser also, und andere tropfbare Flüssigkeiten leuchten durch Druck - eine merkwürdige Erscheinung; doch seit der erwiesenen Compressibilität des Wassers nicht mehr ganz

*) Ueber die Elasticität des Wassers, theoretisch und historisch entworfen, Leipzig 1779. Im historischen Theile vermißt man folgende, etwas seltene Schrift: J. G. Bidenfrost M. D. *de Aquae communis nonnullis qualitatibus Tractatus*, Duisburgi ad Rhenum 1756, worin über die Elasticität des Wassers eigene Ansichten des Verfassers vorkommen. Liefert nicht der Stofsheber einen neuen Beweis für diese Elasticität? Ueberhaupt haben Ja alle tropfbare Flüssigkeiten ihre Form dem Wärmestoff zu verdanken, also sind sie verdichtbar — Wasserthermometer. — Die größten Mathematiker, Euler und Jac. Bernoulli setzten in ihren hydrodynamischen Untersuchungen die Elasticität des Wassers stillschweigend voraus. Letzterer drückt sich hierüber bestimmt aus in den Act. Nov. Acad. Petropol. T. VI, pag. 186.

unerwartet. — Flüssige Körper sind Auflösungen durch Wärmestoff; zwingt man diesen durch Druck zu entweichen; so wird zugleich Lichtstoff ausgeschieden; soviel giebt die Erfahrung; das Warum und Wie führt auf Hypothesen. Wird vielleicht das durch Druck erhitzte Wasser in seine Bestandtheile zerlegt, und ein Atom von Knallluft erzeugt, welcher augenblicklich verpufft? Geht bey fetten Oelen, Weingeist, u. dergl. ein augenblickliches Verbrennen vor, durch die Ueberbleibsel von gemeiner Luft unterhalten? Oder ist dieses Leuchten tropfbarer Flüssigkeiten eine Art von Glühen, wie wenn sie durch äussere Erwärmung zum Leuchten gebracht werden? (S. 185. u. f.) Manches, was ich oben §. 6, 7, vom Leuchten der Luft gesagt habe, lässt sich auch auf diese Versuche anwenden. Ein Zündschwamm fängt in der Condensationspumpe zu glimmen an, warum nicht auch Olivenöl? Vielleicht würde es in Flamme ausbrechen, wenn man in demselben Augenblick, als es den Lichtblitz verbreitet, die Gemeinschaft mit der äusseren Luft herstellen könnte. Weingeist wird durch den electrischen Funken angezündet (eine Folge der durch Druck entsandenen Wärme §. 22.) warum soll er nicht durch rasche Compression leuchten? Bey verbrennlichen Flüssigkeiten fällt also das Seltsame dieser Lichterscheinung so zimlich weg. Bey den unverbrennlichen dürfte es wohl auf eine Zersetzung hinauslaufen; ich erinnere hier nur an die Verpuffungen der Knallsalze durch Druck. Hiemit ist auch der Zweifel gehoben, den ich S. 269. §. 234. äusserte; meine damaligen Versuche waren noch zu unvollkommen, um mich über das Leuchten des Wassers durch Druck bestimmt äussern zu können.

§. 46.

Was wir aus Wasser nur im beschränkten Raum erzwingen, das kann die Natur gar leicht auch im Freyen darstellen, ich meine das Leuchten der See, womit sich der Lauf des Schiffs bey frischem Wind bezeichnet, und woran ich schon oben (S. 357.) erinnert habe. Der berühmte Forster sagt in seinen Bemerkungen S. 53: „Eine gewisse Art des Leuchtens im Meere erstreckt sich nie fern vom Schiffe; bloß das Wasser, welches zunächst das Schiff berührt, wird erleuchtet, und höchstens theilt sich dieses Licht den nächsten Wellen mit, welche sich in einer schiefen Richtung gegen dasselbe brechen. Wir hatten gemeinlich frischen Wind, so oft dieses Phänomen sich wahrnehmen liess.

Bereits 1704. machte P. Bourzes ein Jesuit und Missionär auf seiner Reise nach Westindien über dieses Leuchten sehr schöne Bemerkungen, die man in den *Philos. Transact. Vol. XXVIII*, oder im 5ten Band der abgekürzten *Transactionen* (Part. II. pag. 213.) nachlesen kann. *) Es ist dort hauptsächlich die Rede von dem Licht, welches dicht an- und mit dem Schiffe fortläuft, und das sich in düstern Nächten ganz vorzüglich ausnimmt. Mögen auch die See - Würmchen daran einigen Antheil haben, so kann doch die durch Druck

*) Auch in den *Lettres édifiantes* Tom. IX. Paris 1730.

erzeugte ausserordentliche Reibung nicht ganz ohne Wirkung seyn. Wenn eine kleine Portion Wasser durch Menschenhände mässig comprimirt leuchtet, sollte nicht der überaus grosse, mit Bewegung verbundene Druck der ganzen Schiffsmasse auf das Meerwasser etwas ähnliches im Grossen hervorbringen? Wirklich finden wir nicht leicht ein zweytes Beyspiel einer so starken Reibung und eines so auffallenden Druckes auf Wasser, wie jener eines schwer beladenen Schiffs ist; nur die untersten Schichten der tiefen See halten einen noch beträchtlichern Druck aus. Forsters Meynung, dass sich hier eine durch Reibung entstandene Electricität mit Licht und Funken äussere, lasse ich dahin gestellt seyn; zur vollständigen Erklärung des Phänomens ist sie ganz und gar überflüssig; aber Phosphorescenz durch Druck und Reibung, muss sich dabey einfinden, selbst wenn keine leuchtenden Mollusken vorhanden sind. Die erhöhte Temperatur des Meeres zwischen den Wendekreisen kann dieses Licht befördern, obwohl man es auch in der Nordsee bemerkt. *)

Vielleicht gehört hieher auch das Leuchten der Wasserwogen, wenn sie an das Schiff oder an das Felsenufer mit Gewalt anschlagen und sich brechen; daran mag Wasser und Luft, gleichzeitig comprimirt, einen Antheil haben. Uebrigens will ich diese Erklärung nicht zu weit ausdehnen, wie Hr. *Bajon* im *Journal de Physique* (III. 106.) gethan hat, indem er bey nahe alles Leuchten der See aus der Bewegung und Reibung des Wassers herleitet. Der Ursachen sind hier gar viele. Die Reibung allein *ohne Rücksicht auf Druck* wird wohl die letzte seyn.

SECHSTES KAPITEL.

Licht durch Druck auf feste Körper ohne Bruch.

§. 47.

Untersucht man die Folgen des Drucks auf feste Körper, (hier eigentlich die sich etwa ergebenden Lichtphänome,) so muss man sorgfältig unterscheiden zwischen reinem Druck und jenem, der mit Bruch der Substanz begleitet ist, weil die Beschaffenheit der Körper durch

*) Den einfachsten Beweis von der Reibung tropfbarer Flüssigkeiten an den Seitenwänden der Gefässe und Kanäle liefert der Versuch, wodurch man zeigt, dass die Grösse des Drucks auf die Grundfläche im zusammengesetzten Verhältniss der senkrechten Höhe, der Grundfläche und des specif. Gewichts der Flüssigkeit sey. Immer muss die Wassersäule in einem cylindrischem Gefässe höher seyn, als in einem Kegelförmigen sich aufwärts erweiternden, um gleichen Druck auf die Grundfläche hervorzubringen. Wenn nun diese Reibung schon bey so kleinen Versuchen bemerkbar ist, was wird sie nicht bey einem grossen Kauffahrteyschiff betragen?

eine gewaltsame Trennung merklich geändert wird, was auf den Erfolg einen wesentlichen Einfluss hat. Weßwegen ich beyde Fälle abgesondert betrachte, und zuerst nur die Folgen des reinen Drucks aus der Erfahrung aufzähle. Dieses Kapitel zerfällt in drey Theile;

- a) Zuerst erzähle ich die Folgen des Drucks, wenn er mit Bewegung verbunden ist;
- b) Hierauf die Folgen des Drucks durch Pressen und Hämmern, was vorzüglich auf Metalle anwendbar ist, endlich
- c) Die Folgen des Drucks auf Mineralien, wenn sie vorläufig zu feinem Pulver zerstoßen werden; denn daß sie in ganzen Stücken keinen merklichen Druck aushalten ohne in Trümmer zu gehen, ist bekannt.

A) Folgen des Drucks mit Reibung.

§. 48.

Was ich hierüber beybringen kann, sind zwar längst bekannte Erfahrungen, doch darf ich sie nicht ganz mit Stillschweigen übergehen. Der Gebrauch, durch Reiben oder Schlagen sich Feuer zu verschaffen, ist so alt und so ausgebreitet, als das Menschengeschlecht; es wird sich auch stets unter uns erhalten, da hingegen andere, in neuern Zeiten erfundene Künsteleyen der electrischen Lampe, der Phosphorgläschen, der Compressionspumpe, der oxydirt-salzsauerer Kali-Hölzchen mit Schwefel, u. dergl. ihre kurzen Perioden haben, und bald wieder ausser Gang kommen. Das Eigenthümliche der Manipulation bey verschiedenen Völkern beweiset, daß dieselbe Erfindung mehreren zugleich angehört. Einige reiben Holz mit Holz, wie die Araber der ältesten Zeiten, andere Stein auf Stein, wie noch zur Zeit die Eingebornen von Oralaska, wieder andere schlagen Stahl gegen Stein, was unter uns dermal das Gewöhnlichste ist.

Die Römer älterer Zeiten verschafften sich ihr Feuer bald nach der ersten, bald nach der dritten Art, wie wir aus Plinius und Seneca erfahren. Beym Reiben zogen sie den Epheu- und Lorbeerbaum allen übrigen Holzarten vor, obwohl sie auch die Weide, den wilden Weinstock, und den Maulbeerbaum brauchten.

Gerade so verfahren die Sachsen zu Zeiten Karl des Grossen, und ohne Zweifel noch viel früher, weil sich dieser große Kaiser genöthiget sah, den damit verbundenen Aberglauben zu verbiethen. Nach des Hrn. v. Leibnitz Versicherung war es noch zu Anfang des 18ten Jahrhunderts in einigen Gegenden von Braunschweig unter den Landleuten üblich, am neuen Jahrstage alles Feuer auszulöschen, und durch Reiben zweyer Hölzer neues zu erwecken, womit sie ihre Viehheerden gegen die Seuche reinigten. (*Misc. Berol. I. 93.*)

§. 49.

Man findet bey mehreren alten Schriftstellern das Ereigniß angeführt, daß sich ganze Waldungen durch gegenseitiges Reiben der Stämme und Aeste entzündet haben. Ich ver-

weise hier nur auf Lucretius, und Corn. Severus. In dichten Waldungen, und bey stürmischer Witterung ist so etwas gar wohl möglich. Leuchten doch zwey spanische Rohre, im Finstern stark gegeneinander geschlagen, wie Kraft bemerkt. (*Praelec. phys. I. 27.*)

So läßt das Schiff, wenn es vom Stappel läuft, Rauch und Flamme hinter sich zurück, ohngeachtet die Lagerhölzer reichlich mit Fette bestrichen sind. Der Druck der Schiffmasse, mit der geschwinden Bewegung verbunden, reicht hin, so eine Hitze zu erregen, daß Fett und Holz in Flamme ausbrechen — Wirkungen, wenn Holz gegen Holz stark drückt, und schnell darüber weggleitet, daß ist, die Berührungspunkte ändert. Versuche im Kleinen kann man in jeder Drehbank machen.

§. 50.

Was auf dieselbe Art Metall auf Metall, oder auf eine andere Gegenlage vermag, sehen wir täglich am Läufer der Mahlmühle, an den Zapfenlagern der Mühlwellen, an den Räderaxen der Fuhrwerke, u. dergl.

Geräth eine Mahlmühle in Brand, so rührt das Unglück gewöhnlich von der eisernen Welle des Läufers her. Geht eine Mühle leer, so läuft sie geschwinder: dadurch erhitzt sich der Zapfen des Läufers bis zum Glühen: die ihn umfassende hölzerne Büchse fängt Feuer, und von da aus verbreitet es sich weiter; daher man die Pfanne immer gut in Oel oder Fette halten muß; obwohl bey zu grosser Geschwindigkeit auch diese Sorgfalt nicht hinreichen würde.

Etwas ähnliches bemerkt man an den eisernen Zapfen des Wellbaums, wenn sie in metallenen Büchsen liegen. Bey den hiesigen Stadtmühlen laufen die Wellen in hölzernen Pfannen, und werden immer naß gehalten; fehlt ihnen das Wasser, so singen sie, und rufen so zu sagen um Hülfe.

Versuche im Kleinen machte schon Rob. Boyle, und nach ihm Boerhave; dieser erhitzte z. B. zwey übereinander liegende Eisenplatten, durch Druck und Reiben, selbst bey strenger Kälte, bis zum Glühen. (*Element. Chem. I. 176.*) Bley auf Bley gab beträchtliche Hitze. *a. a. o. S. 196.* Noch auffallender ist der Erfolg beym Bohren der Kanonen, beym Drehen der Metalle im Grossen, u. dergl. *)

Alle Fabrikate des Pflanzen- und Thierreichs liefern unter gleichen Umständen dieselben Erscheinungen, z. B. Holz, Bein, Seide, Tuch, Stricke, u. dergl. und es ist ein allgemeiner Erfahrungssatz: daß *anhaltende Reibung mit Druck* bey allen Körpern eine Temperaturerhöhung bewirkt, welche bey unverbrennlichen Körpern bis zum Glühen, bey ver-

*) Sehr lehrreich sind des Hrn. D. Haldat Versuche: *Sur la chaleur produite par le Frottement*, im *Journal de Physique* LXV, 213. u. f. und jene des Hrn. Gr. v. Rumford in der Stuckbohrerey zu München. *Philos. Transact. Vol. 88. P. I. pag. 80. u. f.*

brennlichen bis zum Ausbruch einer Flamme steigen kann, wenn Druck und Geschwindigkeit der Reibung einen hohen Grad erreichen. Manches Leuchten im Finstern beruht auf diesem Grund, ist eine Phosphorescenz durch Temperaturerhöhung.

B) Folgen des Drucks ohne Reibung bey grössern Stücken.

§. 51.

Zu diesen Versuchen eignen sich nur die Metalle, und Hölzer, weil andere harte Körper durch Druck und Schlag gewöhnlich in Trümmer gehen. Den regelmässigsten Druck gewährt zwar eine grosse Münzpresse, allein der grosse Hammer auf den Eisen- und Kupferwerken leistet mehr und geht geschwinder, daher ich diesen vorzog. Meine Absicht war eigentlich nur, zu erfahren, ob nicht Metalle und Hölzer durch einen raschen Stoss leuchten, wie wir oben bey Luft und Wasser sahen, und wie es bey vielen Mineralien der Fall ist. Auf die durch Schlag entwickelte Wärme nahm ich keine Rücksicht, theils weil es mein Zweck nicht erheischte, theils auch, weil wir hierüber bereits einige Versuche und Beobachtungen haben.

§. 52.

Hiezu benutzte ich die Anrichtung des hiesigen Kupferhammers zu Nachts bey hinlänglicher Dürke in den Wintermonaten. Das Gewicht des Hammers betrug 110 baierische Pfund, die Fallhöhe 12 hiesige Zoll; mithin das Moment des Schlages 855 Pfund. Geprüft wurden Silber, Kupfer, Glockenmetall, Eisen, Zinn, Bley, Zink, Messing; alle Metallplatten hatten die Grösse eines Conventionsthalers, und waren von zweyerley Art; gegossenes, und gehammertes, oder geprägtes Metall, Zink ausgenommen, welches nur gegossen war. Jedes Metall mußte vier bis fünf Schläge aushalten. Das Resultat war, *dass sich bey Keinem dieser Metalle nur die mindeste Spur von Licht zeigte.* *)

*) Es läßt sich erwarten, daß ich bey dieser Gelegenheit auch andere Substanzen prüfte, allein da sie in Trümmer giengen, so gehören sie nicht hieher. Doch erinnere ich schon jetzt, daß Cäment - Kupfer, Blutstein, Kalk - und Schwerspath, Thon - und Talkerde unter dem Hammer nicht leuchteten. Ein Stück des gemeinen Talkes (Talcum Venetum) gieng nicht einmal in Trümmer, sondern wurde gleich einem weichen Körper abgeplattet. Aber die Steine des Kieselgeschlechts, auch Flußspath gewährten mehr oder minder schöne Lichtphänomene.

§. 53.

Dieser Erfolg war mir nicht unerwartet. Leuchten durch Druck und Schlag ist bey Metallen und noch vielen anderen Körpern nur Folge der Glühhitze; dazu gehört aber ein anhaltendes Hämmern, und ein ganz anderes Verfahren. Mit weichem Eisen gelingt der Versuch am besten. Ich führe hierüber eine Stelle aus des Hrn. v. Leibnitz *Historia inventionis Phosphori* (*Miscell. Berol. Vol. I. pag. 98.*) an, wo es heisst: „Sed illud non aeque cognitum, qua ratione fabri ferrarii apud nostras fodinas ignem in officina extinctum susci-
„tant. Contum ferream, qui ex ferrariis forma prismatis triangularis venire solet, malleo in ip-
„sa acie percutirent, versantes interim contum, ut eadem acies alternis vicibus nunc a dex-
„tra, nunc a sinistra feriat. Ita mox calorem concipit, et post ictus repetitos plane can-
„descit, ut materiam combastibilem inflammet. Ich besprach mich deswegen mit einem hie-
sigen Hufschmid, dem nicht nur der Versuch, sondern auch der zum Gelingen nöthige Kunst-
griff bekannt war, welcher darin besteht, dass man den Hammer während dem Schlage zu-
gleich vorwärts schiebt, um Druck und Reibung zugleich hervorzubringen; sehr schnell auf-
einander folgende Schläge sind das zweyte Bedingniß. Metalle, welche früher schmelzen, als
sie glühen, leuchten in keinem Fall durch Hämmern.

§. 54.

Ueber die durch Druck und Stofs in den Metallen hervorgebrachte Wärme, hat Hr. Berthollet in Gesellschaft mit den Hrn. Pictet und Biot auf der Münze zu Paris einige schätzbare Versuche unternommen, und in den *Memoires de la Societé d'Arcueil* (II. 441. u. f.) bekannt gemacht. Hievon nur ganz kurz die Hauptsache: Nachdem alle Geräthschaft gleiche Temperatur angenommen hatte, wurde die zuprüfende Metallplatte unter die grosse Münzpresse gelegt, und nach dem Stofs sogleich in so viel Wasser gelegt, als hinreichte, das Metall zu bedecken. Ein sehr empfindliches Thermometer gab den Grad der dem Wasser dadurch mitgetheilten Wärme an — zwey starke und geübte Arbeiter behandelten die Presse. —

Da man durch vorläufige Versuche ausgemittelt hatte, um wie viel eine bestimmte Men-
ge Wasser durch Silber oder Kupfer von bestimmter Masse und Temperatur erwärmt wer-
de, so schloß man bey den Versuchen aus der erhöhten Temperatur des Wassers auf jene
des gepressten Metalls. Dafs solche Männer mit der möglichsten Vorsicht zu Werke giengen,
brauche ich nicht zu erinnern. Den Erfolg bey Kupfer und Silber zeigt folgende Tabelle:

*Zwey Kupferplatten gaben
Temperaturerhöhung.*

*Zwey Silberplatten gaben
Temperaturerhöhung.*

Nach dem ersten Stofs:

Nro. 1. 9', 69.
n^o 2. 11, 56.

Nro. 1. 3', 44.
n^o 2. 4, 06.

Nach dem zweyten Stofs:

n^o 1. 4, 06.
n^o 2. 2, 50.

n^o 1. 3, 25.
n^o 2. 1, 19.

Nach dem dritten Stofs:

n^o 1. 1, 06.
n^o 2. 0, 81.

n^o 1. 1, 50.
n^o 2. 1, 12.

Summe der Wärmegrade der 100 theiligen Scala:

bey der 1ten Platte: 14' 81.
bey der 2ten — : 14, 87.

bey der 1ten Platte: 8', 19.
bey der 2ten — : 6, 37.

Nach mehr als drey Stößen erfolgte weiterhin entweder gar keine, oder eine unbedeutende, stets abnehmende Erwärmung. Gold äusserte durch Druck weniger Wärme als Silber: dieses weniger als Kupfer: auch erlitt das Gold unter der Presse eine geringere Verdichtung, als Silber, und dieses eine geringere als Kupfer, so dass *die Wärme-Entwicklung mit der Dimensionsveränderung der Metalle im geraden Verhältnisse stand*. Aus obigen Versuchen wurde noch ferner geschlossen: a) dass bey Körpern, welche durch Druck und Stofs keine chemische Veränderung leiden, die dadurch erregte Wärme einzig den Dimensions-Veränderungen zuzuschreiben sey, und dass jene mit diesen wachse und endige. b) Dass sich die Wärme viel schneller durch blosser Berührung mittheile; daher in obigen Fällen das Thermometer nur einen geringen Theil der in den Metallplatten erregten Wärme anzeigen konnte; aber auch dieser geringe Theil musste mit der Totalwirkung im Verhältnisse stehen.

§. 55.

Hiemit lassen sich alle Wirkungen des Drucks ohne Reibung, in Betracht fester Körper, auf folgende drey Erfahrungssätze zurückbringen:

1.) *Wo keine Verdichtung, keine Raumverminderung erfolgt, entsteht auch keine fühlbare Wärme, noch viel weniger ein Licht.* Den einfachsten Beweis hievon liefert uns der Ambos und Hammer in jeder Schmidtwerkstätte, u. dergl. Möglichst gehärtet, halten sie die stärksten, wiederholten Schläge gegeneinander aus, ohne warm zu werden, ohne in Trümmer zu gehen, wie es mit gutem Stahl geschieht. Allein da es keinen vollkommen harten Körper giebt, und beyde Werkzeuge durch fortgesetztes Schlagen leiden, so wird es der Eigenthümer nie zugeben, den Versuch längere Zeit fortzusetzen.

2.) *Sobald im Körper eine wahre Verdichtung vorgeht, äussert sich auch fühlbare Wärme.* Ein auf alle Klassen von Körpern anwendbarer Satz. Wir finden ihn bewährt bey Luft, Wasser, und Metallen.

3.) *Leuchten wird der comprimirte Körper nur dann, wenn er durch Druck und Schlag bis zum Glühen erhitzt wird,* was allerdings ein seltener Fall ist, und eine eigene Behandlung voraussetzt. Man muss diesen Satz nicht missdeuten, und nicht vergessen, von welchen Körpern hier die Rede ist.

4.) Selbst spröde und elastische Metalle, die dem Druck nur so lang nachgeben, als er anhält, und dann ihren vorigen Raum wieder einnehmen, können durch oft und schnell wiederholten Druck sehr beträchtlich erhitzt werden, wie wir an den grossen Glocken sehen, wenn sie lange Zeit geläutet werden. Ich vermuthe sogar; dass sie dann im Dunklen auch leuchten; doch fehlt es mir an directer Erfahrung.

So wird der stahlene Armbrust der Pfeilschützen, wie schon Scaliger bemerkt, so das Rappier der Fechter durch wiederholtes Spannen und Nachlassen warm; so ein weiches Eisenstängelchen, wenn man es durch hin und her beugen abbricht, unertraglich heiss — alltägliche Erfahrungen. —

C) Folgen des Drucks auf mineralische Pulver.

§. 56.

Die erste Wirkung des Drucks auf Mineralien im Ganzen ist Zerstückelung, Zermalmung; hat man aber die Cohasion ihrer Theile gehoben; so sind sie einer unvollkommenen Verdichtung, hiemit auch einer Erwärmung und eines Leuchtens durch Druck und Stoss fähig. Man zermahme sie also vorläufig zu feinem Pulver, bringe sie einigermaßen dem Zustande tropfbarer Flüssigkeiten näher, so wirken Druck und Schlag gerade so auf sie, wie auf Wasser, und auf hämmerbare Metalle, ja sogar noch besser, indem bey vielen mineralischen Pulvern durch Druck eine permanente Phosphorescenz entsteht, die man weder bey ausdehnbaren, noch bey tropfbaren Flüssigkeiten erzwingen kann.

§. 57.

Der Druck läßt sich auf zweyerley Art bewerkstelligen, einmal unter dem Hammer auf einem flachen Ambos, und dann in der §. 40, 41. beschriebenen Condensationspumpe. Jede Art hat ihre Vortheile, so wie ihre Unvollkommenheiten. Der Schlag auf dem Ambos geht im Freyen vor, wirkt stärker, folgt geschwinder nacheinander, gewährt aber dem Pulver die Freyheit auszuweichen. Die Kraft des Stosses in der Condensationspumpe ist wegen der Gebrechlichkeit des Glases beschränkter, fordert mehr Zeit, um wiederholt zu werden, ist zweifelhaft wegen der eingemengten Luft; gewährt hingegen den Vortheil, daß das Pulver nicht ausweichen, und schon vorläufig stark verdichtet werden kann.

Die vorzüglichen Bedingnisse zum Gelingen sind: eine kleine Portion Pulver, ein rascher Stofs oder Schlag, und eine vollkommene Trockenheit der Materialien; weßwegen es rathsam ist, sie vorläufig zu erhitzen, oder schwach auszuglühen, was vorzüglich von den Salien, und von allen hygrometrischen Substanzen gilt, nur muß die Erwärmung nicht bis zum Leuchten gehen, oder man läßt ihnen Zeit zum abkühlen.

§. 58.

Hier öffnet sich für den fleissigen Experimentator ein weites Feld. Um diesen Gegenstand zu erschöpfen, müßte man die vorzüglichern Substanzen der drey Naturreiche, zu feinem Pulver zermalmet, dem raschen Druck sowohl unter dem flachen Hammer, als in der Condensationspumpe unterwerfen, ohngefähr nach der Ordnung, die ich bey der Phosphorescenz durch äussere Erwärmung (S. 140 — 182.) befolgt habe: eine Arbeit von mehreren Wochen — und das Endresultat? — — vermuthlich kein anders, als daß *das Leuchten dieser Pulver durch Druck und Stofs (durch innere Temperaturerhöhung) dieselben Gesetze befolge, wie ihr Leuchten durch das gewöhnliche Erhitzen (durch äussere Temperaturerhöhung.)* Zu diesem Schluss berechtigen mich schon die relativ wenigen Versuche, welche ich ehemals hierüber unternommen habe. Auch dem unermüdeten Herrn Dessaignes entgieng dieser Gegenstand nicht. (*Journal de Physique LXXIII, 41.*) Was wir beyde gefunden haben, trage ich hier in einigen Erfahrungssätzen vor, wobey es dienlich ist, die drey Tabellen S. 161, 174, 181, vor Augen zu haben.

§. 59.

1. *Alle Pulver der Kohlen- Schwefel- Flus- und phosphorsauren Kalkerden leuchten mehr oder weniger unter dem Hammer, so wie in der Compressionspumpe. Geprüft wurden als ausgezeichnete Phosphorn durch Erwärmung (S. 161.): Kalkstein, Kreide, weisser Marmor, Kalkspath, Arragonit, Alabaster, Flusspath, Apatit.*

II. *Alle Pulver des Kieselgeschlechts leuchten (vermuthlich ohne Ausnahme) wie oben S. 163. Geprüft wurden: Bergcrystall, Calcedon, Amethyst, Kiesel, Glas.*

III. *Was im Thongeschlecht durch Erhitzung gut leuchtet (S. 164.) kann auch durch Stoss und Schlag zum Leuchten gebracht werden. Der Versuch glückte mit Brandschiefer, Chloritschiefer, Feldspath, und Glimmersand.*

IV. *Warum die Pulver der Talkerde durch Druck äusserst schwach oder gar nicht leuchten, scheint von ihrer Weiche und Nachgiebigkeit herzurühren. Chinesischer Speckstein leuchtet mittelmässig, inländischer viel schwächer, käuflicher Talk gar nicht; die Ursache hievon ergiebt sich aus §. 52. in der Note.*

In dieser Parallele könnte ich fortfahren mit den konkreten Salien; Metalloxyden, und den verbrennlichen Substanzen der drey Naturreiche. Denn es leuchteten: Kochsalz, Salpeter, Pottasche, Soda, Eisenerde, Blende, Braunstein, Zinnasche, Minium, ätzendes Quecksilbersublimat, Schwefelblumen, Holzasche, Holzkohle, Elfenbein.

V. *Was durch äussere Temperaturerhöhung eine andauernde Phosphorescenz erhält, leuchtet auch nach dem Stoss noch einige Secunden fort. Hierin zeichneten sich aus der Arragonit, der weisse Marmor, der Flusspath, und der Tremolit.*

VI. *Substanzen, denen man durch einen hohen Grad von Glühhitze alle Leuchtkraft benommen hat, (S. 256. §. 165,) leuchten auch durch Druck nicht mehr. Hievon kann man sich durch entsäuerte Kalk- und Flusspatherde überzeugen.*

VII. *Man kann ihnen aber die verlorne Fähigkeit durch Druck zu Leuchten auf dieselbe Art, wie oben (S. 256, §. 166.) wieder geben.*

Soviel mag hinreichen, meinen Satz zu erweisen, und die Aehnlichkeit beyder Phosphorescenzen darzustellen. Die weiter unten (Abschn. III. Kap. 2.) auf einen Schleifstein vorgenommenen Reibungen vollenden den Beweis. Uebrigens lässt sich nicht läugnen, dass auch die zwischen den zu Staub zerstoßenen Erden noch vorfindige Luft an diesem Leuchten einigen Antheil habe.

§. 60.

Wer Gelegenheit hat, in Stampfmühlen nach Musse Beobachtungen zu machen, der wird so manche Wirkung im Grossen sehen, die wir mit unserer Glaspumpe nur kärglich hervorbringen. Die Kohle auf den Pulvermühlen mag als Beyspiel dienen. Schon während dem Zermahlen zu groben Pulver entzündet sie sich manchmal, wenn der Läufer zu stark drückt; noch häufiger geschieht dieß im Stampfloch, wenn sie zu feinem Pulver gestossen wird. Bringt man Kohle, Salpeter, und Schwefel zugleich unter die Stampfe, so erfolgt die Entzündung bereits nach drey bis vier Stößen; diesem Unfall wird nur durch Zusatz von Wasser gesteuert; allein gewöhnlich wird die Kohle abgesondert bearbeitet. Selbst ohne Stoss erhitzt und entzündet sich das Kohlenpulver, wenn es in Menge in den Vorrathskammern aufgehäuft liegt, wie Hr. Le Sage (*J. d. Phys. LXV, 424.*) berichtet. Dieser Fall

gleicht dem freywilligen Entzünden der feuchten Heu - und Strohhaufen, und gehört hinauf zu S. 342, §. 43. u. f.

Hierher gehören auch die Selbstentzündungen der mit Ocher und Oelangestrichenen, und dicht aufgehäuften Segeltücher, worüber man die Petersburger Abhandlung, (*Acta Acad. Sc. Petropol. pro Anno 1779, Pars Prior, hist. pag. 3 — 64.*) nachsehen kann. Schon Hippocrates oder wer etwa das Buch *de natura pueri* geschrieben hat, sagt: *vestes pellicae colligatae ac fortiter compactae a se ipsis comburuntur*. Diese und ähnliche Fälle gehören nur in soweit hieher, als der äussere Druck die eigentlichen zur Selbstentzündung nöthigen Prozesse einleitet.

SIEBENTES KAPITEL.

Verpuffen der Knallsalze durch Druck.

§. 61.

Streng genommen gehören zwar diese Verpuffungen nicht hieher; allein da ich so eben die Wirkungen des Druckes durch alle Hauptklassen der Körper durchgeführt habe, und meinen Gegenstand mit Vollständigkeit abzuhandeln wünsche, so wird eine kurze Betrachtung der Knallsalze hier nicht am unrechten Orte stehen. Wenn wir bisher zeigten, was Druck und Schlag auf natürliche, durch unser Zuthun noch nicht, oder doch wenig veraltete Substanzen vermöge, so ist es der Ordnung gemäß, dasselbe auch bey Kunstproducten nachzuweisen, die wir durch schickliche Verbindung einzelner Stoffe für den bezweckten Erfolg empfänglicher gemacht haben. So verfuhr ich auch in den vorhergehenden Abhandlungen, vorzüglich bey der Phosphorescenz durch Insolation.

§. 62.

Die ältesten einer Verpuffung fähigen Präparate sind wohl das Schießpulver, *) das Knallgold des Basilius Valentinus, und Kunckel's Knallsilber, wozu man noch Homberg's

*) Folgende Stelle aus des berühmten *Franc. Rogerius Baco Opere majori ad Clementem quartum*, Edit. Sam. Jebb, Londini 1733., p. 474. verbreitet einiges Licht über die Erfindung des Schießpulvers, und den Gebrauch des griechischen Feuers; er sagt:

„Videmus enim multas res igne non posse comminui, immo purificantur ex igne, sicut pellis Salamandrae; et multa talia, quae etiam sic praeparari possunt, ut luceant secundum se extra et virtutem ignis retineant, et flammam et lucem reddant; et contra inimicos reipublicae adinvenerunt magnas artes, ut sine ferro et

Leuchtstein, Geoffroy's Knallpulver (*Mem.* 1736.) und das gewöhnliche aus Salpeter, mildem Kali, und Schwefel rechnen kann. Diese hätten wohl zu vielen neuen Zusammensetzungen Anlaß geben können. In unseren Zeiten vermehrten sich die mit Licht begleiteten Verpuffungen künstlicher Praeparate so sehr, daß schon die Geschichte dieser Entdeckungen, und die Zusammenstellung der in einzelnen Aufsätzen zerstreuten Versuche ein beträchtliches Werk liefern würde.

§. 63.

Reihet man die verpuffenden Substanzen unter gewisse Rubriken, so erhält man drey Hauptabtheilungen:

a) *Die Salpetersauren und salzsauren Metalle*, als Knallgold, Knallsilber, Knallquecksilber, alle drey vorzugsweis verpuffend: die Oxyde von Braunstein, Zink, Kupfer, Eisen, Zinn, Bley, und Spießglanz — in Verbindung mit Schwefel oder Phosphor — schwächer, wohl auch sehr schwach wirkend.

b) *Die salzsauren Kalien*: *Berthollets* Knallsalz, *Brugnatelli's* gemeines salzsaures Kali, *Wurzlers* salzsaures Ammoniac und Natron, *van Mons* feste Salzsäure mit Phosphor, *Hoyle's* neunzehn Verbindungen des salzsauren Kali mit mancherley Substanzen.

„absque eo, quo tangerent aliquem, destruerent omnes resistentes, et eorum sunt multa genera. Et quaedam nullo sensu percipiuntur, aut solo olfactu, et horum patet liber Aristotelis de alteratione aeris, non de cujus prius tetigi, sed alterius rationis, quoniam per viam infectionis procedunt; et alia sunt, quae sensum aliquem immutant, et haec diversitas fit secundum omnes sensus. Quaedam vero solo tactu immutant, et sic tollunt vitam. Nam malta, quae est genus bituminis et est in magna copia in hoc mundo, projecta super hominem armatum, combuerit eum. Istud autem Romani gravi caede perpassi sunt in expugnationibus regionum, sicuti Plinius testatur 2do naturalis historiae, et historiae certificant. Similiter oleum citrinum, petroleum, id est, oriens ex petra, comburit, quidquid occurrit, si rite praeparatur. Nam ignis comburens sit ex eo, qui cum difficultate potest extinguere, nam aqua non extinguit. Quaedam vero auditum perturbant, in tantum, quod si subito et de nocte et artificio sufficienti fierent, nec posset civitas nec exercitus sustinere. Nullus tonitruum fragor posset talibus comparari. Quaedam tantum terrorem visui incutiunt, quod coruscationes nubium longe minus et sine comparatione perturbant, quibus operibus Gideon in castris Midianitarum consimilia aestimatur fuisse operatus. Et experimentum hujus rei capimus ex hoc ludicio puerili, quod fit in multis mundi partibus, scilicet ut instrumento facto ad quantitatem pollicis humani ex violentia illius Salis, qui Sal petrae vocatur, tam horribilis Sonus nascitur in ruptura tam modicae rei, scilicet modici pergameni, quod fortis tonitruum sentiatur excedere rugitum, et coruscationem maximam sui luminis jubar excedit.”

So schrieb Rog. Baco ohngefähr ums Jahr 1267, also wohl hundert Jahre vor Berthold Schwarz; hiemit könnte die Erfindung des Schießpulvers bis ins zwölfte Jahrhundert hinaufrücken, da man es zu Baco's Zeiten allgemein als Spielerey, wie jetzt die Knallfidibus, brauchte.

c) Die *salpetersauren Kalien und Erden* mit und ohne Zusatz, als: salpetersaures Kali, salpetersaure Schwererde, Strontianit, Talkerde, Ammoniak, thierische und vegetabilische Substanzen, gewöhnliches Schießpulver, gewöhnliches Knallpulver, u. s. f.

§. 64.

Hieraus ergibt sich, daß bey den verpuffenden Substanzen die Salzsäure eine Hauptrolle spielen, daß diese Säure erst in der Verbindung mit einem Metalle, oder einem Kali die Wirkung hervorbringen: daß der Erfolg durch den Zusatz eines leichtverbrennlichen Körpers erleichtert und befördert wird: daß die Salzsäuren und Salpetersauren Kalien in Krystallinischer Form selbst ohne Zusatz verpuffen. Um die wirkliche Verpuffung zu erhalten, wird nichts weiter als eine bestimmte manchmal sehr geringe Temperaturerhöhung erfordert. Die Art diese zu bewirken ist beynahe willkürlich; denn sie kann durch äussere Wärme, oder durch Druck und Schlag, d. i. durch innere Wärmeerregung; so wie durch Mischung und Zusatz, (z. B. mittels Schwefelsäure,) geschehen.

§. 65.

Um diese merkwürdigen Erscheinungen genugthuend zu erklären, muß man sowohl von dem betäubenden Knall, als von dem gleichzeitig ausbrechenden Licht eine hinreichende Ursache angeben. Gleichwie ersterer zuverlässig von einer heftigen und augenblicklichen Expansion herrührt, so scheint mir letzteres sowohl auf den Widerstand der umgebenden Luft zu beruhen, als auch auf ein *wahres Verbrennen* zu deuten, was man bey der gewöhnlichen Erklärung der verpuffenden Metalloxyde ganz bey Seite setzt, indem man sagt: „der Sauerstoff des Metalloxydes bemächtigt sich des im Ammoniak vorfindigen Wasserstoffs, und bildet damit Wasser, welches durch die mittelst Druck und Schlag erregte Wärme augenblicklich in Dämpfe verwandelt, eine Explosion verursacht, u. s. f. Allein reichen wohl die unbedeutenden Wasserdämpfe allein hin, so ein auffallendes Licht durch Compression der umgebenden Luft hervorzubringen? ich zweifle sehr; selbst die betäubende Explosion bleibt mir dabey unerklärt. — Die Wasserdämpfe entstehen ja hier als ein wahres Minimum, und sie wirken zugleich ohne merklichen Widerstand. Warum verpufft denn freyliegendes Schießpulver nur zischend und ohne Knall?

Nehmen wir aber in obigem Falle an, daß der Sauerstoff des Metalloxydes und der Wasserstoff des Ammoniaks durch die Wärme in Gasgestalt übergehen, und als Knallluft verpuffen, so ist Knall und Licht hinreichend erklärt; die Ausdehnung der dadurch entstehenden Wasserdämpfe unterstützen nur jene doppelte Wirkung.

Dieselbe Erklärung paßt auf das Verpuffen von Berthollets überoxydirten salzsauren Kali, u. a. dergl., weil hiezu immer ein leicht verbrennlicher Körper erfordert wird, durch dessen Verbrennen, oder Zersetzen ohnfehlbar Wasserstoffgas erzeugt wird. Krystallinische

Knallsalze allein knistern nur unter dem Hammerschlag mit schwachen Lichtfunken; hier also entsteht ein reines Compressionslicht ohne eigentlichem Verbrennen nach der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes. *)

§. 66.

Was Druck auf chemisch verwandte, zu feinem Pulver zerstossene, und wohl gemengte Substanzen vermag, zeigt folgender Versuch, wodurch ehemals Olaus Borrichius in Paris viel Aufsehen erregte. Er mischte vier Unzen Spießglangkönig mit zwölf Unzen Quecksilbersublimat, beyde vorläufig zu möglichst feinem Pulver zerrieben, goß das Gemisch in ein Glas mit etwas enger Mündung, und stampfte es mittelst eines hölzernen Stabes anhaltend zusammen; bis nach einer halben Stund das Praeparat zu rauchen, zu schmelzen, und mit Hitze aufzubrausen anfang. (*Thomae Bartholini Acta medica et philosophica Hafniensia anni 1671, pag. 151 et 152.*) Borrichius mischte also die Bestandtheile eines Knall-oxydes (oxydirtes salzsaures Quecksilber,) mit einem leicht verbrennlichen Metalle mechanisch zusammen, und beförderte durch anhaltendes Stossen, eigentlich durch die mittelst Stoss erregte Wärme, die gegenseitige Vereinigung, und Wirkung. So entzündet sich ein mechanisches Gemisch aus Schwefel, Kohlen, und Salpeter durch Stoss, gleich dem gewöhnlichen Schießpulver.

Uebrigens wird die Theorie der Verpuffungen durch die vorausgeschickten Versuche mit Gasen, Wasser, und gepulverten Erde sehr gut erläutert und bestätigt. *)

ACHTES KAPITEL.

Rückblicke und Folgerungen.

§. 67.

Das Leuchten durch Druck und Stoss scheint mir eines der merkwürdigsten Phänome gegenwärtiger Abhandlung zu seyn. Da man diese Erscheinungen noch nie so allgemein betrachtet, noch weniger durch neue Versuche zu berichtigen gesucht hat, so dürften unsere gemeinschaftlichen Bemühungen (des Hrn. Dessaignes, und meine) für die Naturlehre

*) Der lehrreichste Aufsatz über die Knallsalze von Fourcroy und Vauquelin kommt vor in den *Memoires de l'Institut an VII., Vol. II, pag. 31 — 39.*

**) Ueber die chemische Wirkung bey dem Zusammenreiben der Körper, von H. F. Link. (*Schweiggers N. Journal der Chemie und Physic, XIV, 193. u. f.*)

von einigem Nutzen seyn. Alle Körper setzen Licht ab, wenn ihr Raumesinhalt bey bleibender Masse schnell vermindert wird. Wer denkt hier nicht an den durchnässten, und dann gepressten Badschwamm? dieser giebt durch Druck das ihm Fremdartige, mittelst Haarröhrchenkraft Eingesaugte wieder zurück: Seine Kapazität für Wasser nimmt mit dem Raumesinhalt ab. Luft, Wasser, schnell zusammengedrückt setzen Licht ab — — war es ihnen etwa, wie das Wasser dem Schwamme, fremdartig? Der ausgepresste Schwamm sich selbst überlassen, saugt neuerdings Wasser ein; nehmen vielleicht Luft, Wasser, Erden, bey negativen Druck, bey Wiederherstellung, und Erweiterung ihres Volumens, gleichfalls das abgesetzte Licht wieder auf? Allein wir wollen bey diesem so rohen Gleichniß nicht verweilen, und vielmehr die nähern Umstände der Erscheinung noch einmal betrachten.

§. 68.

Und zwar erstens äussert sich dieses Licht nie ohne gleichzeitige Temperatur - Erhöhung, ja diese geht sogar jenem voraus, und stellt sich bey allen dem Druck nachgebenden Substanzen ein, selbst da, wo kein Licht erfolgt. Zweytens bemerken wir dieses Licht gewöhnlich nur dann, wenn die Raumverminderung rasch und augenblicklich geschieht. Drittens ist es nur momentan wie der Stoss oder Schlag, einige Erden ausgenommen und den Fall, wo ein wahres Verbrennen eintritt. Ist nämlich der Druck mit anhaltender Bewegung, mit Reibung verbunden, so können viertens polirte Steine und Metalle bis zum Rothglühen, Holz und Stricke bis zum Feuerfangen erhitzt werden. Wir wollen so einen Versuch zergliedern, und die mannigfaltigen Processe, welche sich gleichzeitig ergeben, der Ordnung nach durchgehen.

§. 69.

Die erste Wirkung des von aussen angebrachten Drucks ist Verdichtung, die nun freylich nach Verschiedenheit der Körper sehr verschieden ausfällt, und bey den wenigsten genau bestimmbar ist. Den ersten Platz behaupten die permanentelastischen Flüssigkeiten, die Luftarten. Ihre Verdichtung läßt sich sehr weit treiben, und bis auf gewisse Grenzen, genau bestimmen. Hierauf kommen die Wasserdämpfe, u. dergl., nur mit dem Unterschied, daß diese mit dem Druck ihre Aggregatform ändern, und wenn sie im Raum beschränkt bleiben, wieder in den tropfbarflüssigen Zustand zurückkehren. Tropfbare Flüssigkeiten geben dem Druck nur sehr wenig nach, und gewahren daher keine auffallende Erscheinungen. Freylich nur wegen der Beschränktheit unserer Kräfte. Diefs ist auch der Fall bey starren federharten Körpern, z. B. bey Stahl und Elfenbein. Streckbare Metalle lassen sich unter der Presse und dem Hammer bis auf einen gewissen Grad verdichten; sie widerstehen aber bald aller äussern Kraft, und bleiben auch nach aufgehobenen Druck verdichtet. Spröde Körper endlich gehen schon bey dem ersten hinreichenden Schlag in Trümmer; vollkommen harte

würden allem Druck widerstehen, und bey momentanem, obgleich wiederholten Schlag nichts von allem dem zeigen, was sich bey elastischen Körpern ergiebt. Da es aber dergleichen nicht giebt, so bleibt es ein allgemeiner Erfahrungssatz, daß Druck von aussen, gleichwie er die Verdichtung der Körper bezweckt, selbe auch gewöhnlich zur Folge hat.

Was ist aber Verdichtung? Sie ist bey allen Substanzen eine Versetzung der Gesamtmasse in einen gewaltsamen, widernatürlichen Zustand, Verengung der Bestandtheile in einen für sie zu beschränkten Raum: bey permanentelastischen Flüssigkeiten schnurgerad dem Streben nach Ausdehnung mit Ueberwucht entgegenwirkend; bey starren Körpern Störung des Gleichgewichts zwischen Attractiv- und Repulsivkraft zum Vortheil der letztern.

§. 70.

Die zweyte mit der Verdichtung gleichzeitige Wirkung des Drucks ist Temperaturerhöhung. Auch dieser Erfahrungssatz gründet sich auf unläugbare Versuche, worüber man, ausser dem von mir beygebrachten, die Bemühungen der Hrn. Dalton, Northmore, Hall, Rumford, Berthollet, Gay-Lussac, u. a. m. in Gilberts Annalen, und in andern physikalischen Zeitschriften, nachlesen kann.

Was hiebey ganz vorzüglich unsere Aufmerksamkeit verdient, ist der bisher so wenig gewürdigte Umstand, daß diese Temperaturerhöhung ohne äussere Mittheilung des Warmestoffs vor sich geht, und ausschliesslich dem im Körper bereits vorhandenen zugehört, mithin von der gewöhnlichen Art, Körper zu erwärmen, wesentlich verschieden ist. Jeder Körper enthält, nach unseren Begriffen, freyen und gebundenen Warmestoff; durch zusammendrücken wird er nach Maasse des Drucks frey, und so wie jener gleichzeitig mit der Substanz verdichtet; hiemit gesteigerte Spannung, vermehrtes Streben nach Ausdehnung. Die Materie wird durch äussere Kraft daran gehindert, dem Warmestoff widersteht nichts; er durchdringt die Hülle, und verbreitet sich im Raum, wie uns das Gefühl und das Thermometer sagen.

Sollten zwey so ganz verschiedene Erwärmungsarten nicht auch in ihren Folgen und Wirkungen verschieden seyn? Bey Durchgehung der in gegenwärtigem Abschnitt beygebrachten Erfahrungen wird man mehrere Bestätigungen dieser Muthmassung finden. Die innere Erwärmung muß in vielen Fällen kräftiger auf die Bestandtheile des Körpers wirken, als die äussere, und sie muß im Innern Veränderungen hervorbringen, die wir weder voraussehen, noch gewahr werden. — Zersetzungen eigener Art. Schon unser Körper liefert uns hievon Beweise; er lebt und wirkt durch die im Innern entwickelte Wärme.

§. 71.

Die dritte aus dem Druck, und zugleich aus der Temperaturerhöhung hervorgehende Wirkung ist die Zersetzung der comprimierten Substanz; daher alle künstlichen Präparate

welche durch äussere Wärme verpuffen, auch mittelst Druck und Schlag platzen, leichtverbrennliche Körper in Flamme ausbrechen oder verkohlt werden, unverbrennliche sich bis zum glühen erhitzen, vorzüglich wenn Druck mit Bewegung verbunden ist.

Die übrigen Folgen des Drucks auf die Körper übergehe ich, weil hier nur vom Leuchten die Rede ist; dieses aber lässt sich auf die Phosphorescenz durch äussere Temperaturerhöhung zurückführen, worauf ich Kürze halber verweise (S. 232 — 248, und 254 — 266.) Kommen auch hier und dort einige Anomalien vor, wie es bey zwey so ganz verschiedenen Erwärmungsarten seyn muss, so lassen sie sich ausgleichen, wenn man alle Umstände in Betracht zieht.

§. 72.

Bey allen Klassen der Körper (permanentelastischen, tropfbarflüssigen, starren,) zeigt sich ein auffallender Unterschied zwischen allmählichen und raschen Druck, zwischen einem einfachen und schnell wiederholten Schlag, zwischen ruhenden, und mit Bewegung verbundenen Druck. Dem bereits §. 7. beygebrachten füge ich noch folgendes an. Starre Körper, selbst in Pulverform, besitzen immer einige Federkraft; das schnell abwechselnde Verengen und Erweitern der Körpertheilchen, so wie des Wärmestoffs, das Ansammeln dieses letztern um die comprimierten Moleculn, die im Innern sowohl, als auf den Berührungsflächen in's Gedräng kommende Luft, u. s. f. vermehren bey schnell wiederholten Schlägen, bey rascher Bewegung, die fühlbare Wärme nach und nach bis zum Glühen und Verbrennen. — Zwischen Schlag und Druck mit Reibung ist auch noch der Unterschied, dass diese sich grössentheils auf die Oberfläche beschränkt, jener hingegen auf die Gesamtmasse wirkt. Ein kräftiger Schlag erregt zwar auf einen Augenblick ohne Vergleich mehr Wärme als eine vorübergehende Reibung; allein wir bemerken sie nicht; hiezu wäre nothwendig, dass sie im Augenblick der Entwicklung selbst, aus dem Innern auf die Oberfläche hervorträtte, was nur zum Theil geschieht. Dennoch leuchten Luft, Wasser, die mineralischen Pulver, und dergl. in der Compressionspumpe schon beym ersten Stoss. Wollte man zu diesen Versuchen eine grosse Münzpresse anwenden, so würden sich ganz ausserordentliche Erscheinungen darstellen; zum Theil auch deswegen, weil hier der Druck nach dem Schlage noch fortdauert; dieses leistet einigermassen die Reibung bey wiederkehrenden Flächen, als ein schnell und oft wiederholter Schlag auf dieselbe Stelle. Hiezu rechne man die vermöge der gleichzeitigen Zersetzung (§. 71.) freygewordene Wärme, und das Phänomen mit allen Nebenumständen ist erklärt.

Weicht der Körper dem Druck nicht, oder nur namentlich und langsam, so erfolgt weder Wärme, noch Licht, noch Zersetzung. Die Grundfesten der ägyptischen Pyramiden, der Obeliskn, des Vatican in Rom, u. dergl. halten einen bewundernswürdigen Druck seit vielen Jahrhunderten ohne bemerkbare Folgen aus. Gäben sie auf einen Augenblick nach, so würde Feuer aus der Erde auflodern.

§. 73.

Streng genommen ist *das Leuchten durch reinen Druck nur dem Flüssigen eigen* (bey starren, federharten Körpern reichen unsere Kräfte nicht hin;) hiemit steht das eigentliche Compressionslicht mit dem Grade der Flüssigkeit, und diese mit der Quantität des hierzu verbrauchten Wärmestoffs in geradem Verhältniß — wenigstens bey einer und derselben Substanz, nicht so bey heterogenen, wenn man Wärme von Licht unterscheidet. Daher schicken sich zu diesen Versuchen die Luftarten am besten, die tropfbaren Flüssigkeiten weniger, starre Fossilien gar nicht, ausser wenn man sie in Pulver verwandelt; auch dann bleibt es noch zweifelhaft, wem ihr Compressionslicht angehört, ob der eingemengten Luft, oder dem Bruch der feinen Körpertheilchen, oder ihrer Verdichtung.

§. 74.

Könnte man Flüssigkeiten augenblicklich starr machen, so müßte diese rasche Formänderung stets mit einem blendenden Lichtausbruch begleitet seyn — das entgegengesetzte des Lichtplitzes, den man am Silberkorn im Probierofen bemerkt. — Hieraus läßt sich die paradoxe Frage beantworten, die Ritter in seinen Fragmenten (u. 236.) stellt: „Wird ein Körper der bey der gewöhnlichen Temperatur eben aufgehört hat zu glühen, von neuem zu glühen, zu leuchten, anfangen, wenn man ihn in sehr starke (künstliche) Kälte bringt? — Der Theorie nach wohl auf einen Augenblick, allein für uns unausführbar. Vielleicht ist das Leuchten der Salzauflösungen, wenn sie zu Crystallen anschiefen, ein Condensations-

licht. — Bisher unternehme ich die Folgen des durch unsere Kräfte bewirkten Drucks, was nicht zweydeutig, und es ergab sich der allgemeine Erfahrungssatz: daß durch Druck aus allen Körpern, welche einer Verflüchtigung fähig sind, Wärme und Licht entweichen können.

Es ist sehr natürlich, zu fragen, was wohl durch ein gerade entgegengesetztes Verhalten durch schnelle Abkühlung und Verdichtung derselben Körper, geschehen würde? Die Theorie antwortet: das Entgegengesetzte — also Kälte und Festwerden? — Stimmt auch die Erfahrung zum Theil überein; denn wir wissen, daß mechanische Abkühlung der Luftarten und der Dämpfe, das Uebergehen des Starks des Tropfbarflüssigen, das Dampförmigen in Gaseform immer mit Temperatur-Erniedrigung, mit Warmabgang verbunden ist. Es ist rückwärts das Licht-Phänomen bleiben wir im Unwissen. Das Windischmannsche begünstigt sogar die Meynung, daß auch aus schnellverflüchtigen Körpern Licht entweichen könne. Ich habe diesen strittigen Punkt dort erläutert, wo er eigentlich hinhört — bey der Condensationslichte §. 12. u. f. — habe ich mich bemühet, die Beobachtung anzudeuten, und wie ich hoffe, begreiflich gemacht, daß es unserer unzureichenden beschrankten Wirkungskraft liegt, einen über zugehenden Versuch für obige Meynung zu veranstalten. (26.) daß aber viele andere Erfahrungen dagegen sprechen.

ZWEITER ABSCHNITT.

Licht durch Bruch, ohne Reibung und ohne merklichen Druck.

Trennungs-Licht.

Vorerrinerung.

§. 75.

Bisher untersuchte ich die Folgen des durch äussere Kraft bewirkten Drucks. Der Erfolg war nicht zweydeutig, und es ergab sich der allgemeine Erfahrungssatz: *dass durch Druck aus allen Körpern, welche einer Verdichtung fähig sind, Wärme und Licht entwickelt werden kann.*

Es ist sehr natürlich, zu fragen, was wohl durch ein gerade entgegengesetztes Verfahren, durch *schnelle Ausdehnung und Verdünnung derselben Körper*, geschehen werde? Die Theorie antwortet: *das Entgegengesetzte* — also *Kälte und Finsterniss*? — — Hiemit stimmt auch die Erfahrung zum Theil überein; denn wir wissen, dass mechanische Rarefaction der Luftarten und der Dämpfe, dass Uebergang des Starren, des Tropfbarflüssigen, des Dampförmigen in Gasgestalt immer mit Temperatur-Erniedrigung, mit Wärmebindung begleitet ist. Allein rücksichtlich des Licht-Phänomens bleiben wir im Ungewissen. Das Windbüchsenlicht begünstigt sogar die Meynung, dass auch aus schnellverdünnter Luft Licht entspringen könne. Ich habe diesen strittigen Punkt dort erläutert, wo er eigentlich hingehört — beym Condensationslicht §. 12. u. f. — habe ich mich bemühet, die Täuschung aufzudecken, und wie ich hoffe, begreiflich gemacht, dass es ausser unserem sehr beschränkten Wirkungskreis liegt, einen überzeugenden Versuch für obige Meynung zu veranstalten, (§. 35. 36;) dass aber viele andere Erfahrungen dagegen sprechen.

Noch weniger geht so etwas mit Wasser an, am wenigsten mit starren Körpern. Hier haben die Begriffe von augenblicklicher Verdünnung und Raumerweiterung nicht mehr Platz, und es bleibt uns in der Ausübung nur partielle Trennung der Masse, oder Zerstückelung übrig.

Hiemit giebt es für uns zur Zeit noch kein eigentliches Rarefactionslight, weder aus der Theorie, noch aus der Erfahrung, das weitere wird die Zukunft lehren. Bey permanentelastischen, und bey tropfbaren Flüssigkeiten läßt sich also nichts mehr erwecken, was auf meinen Gegenstand Bezug hätte, bey starren Körpern hingegen noch sehr viel; denn sind diese gleich keiner eigentlichen (verdünnenden) Ausdehnung fähig, so kann man doch den Zusammenhang ihrer Theile auf mancherley Art aufheben, und zerstören, d. i. der Cohäsionskraft mit Erfolg entgegenwirken, wobey sich gar oft sehr schöne Lichterscheinungen zeigen, was den Stofs zu folgenden zwey Abschnitten liefern wird.

§. 76.

Alle mechanische Theilungsarten, so verschieden sie auch seyn mögen, zerfallen, in Bezug auf Phosphorescenz, in zwey Klassen, nach Beschaffenheit der Richtung (Direction,) mit welcher die äussere Kraft auf den Körper wirkt, nämlich: a) *Trennung durch Zug*, Raum erweiternd, b) *Trennung durch Druck*, Raum vermindern.

Das erste Verfahren begreift in sich das Zerreißen, wie bey einem Strick: das Spalten, wie bey Holz: das Entzweybrechen, wie bey einer Glasröhre; zum zweyten Verfahren gehören das Reiben, Schleifen, Feilen, Sägen, gegeneinander Schlagen, mit dem Hammer Zerstückeln, u. s. f.

Dafs sich zwischen *a* und *b* ein wesentlicher Unterschied vorfinde, fällt von selbst in die Augen. Es ist etwas ganz anderes, ein Stück Holz mit dem Messer spalten, als mit einer Säge entzweyschneiden: es ist etwas anderes, eine Glasröhre zwischen den Händen abbrechen, als auf einer zweyten Glasröhre mattleiben: es ist etwas anderes, von einem Fossil kleine Stücke mit der Hand, oder einem Instrument losmachen, als selbes in einem Mörser zu Pulver pochen, u. s. f. Zwey so ganz verschiedene Processe müssen auch einzeln und abgesondert behandelt werden, was bisher nicht geschah. — —

§. 77.

Hier sieht also der Naturforscher wiederum ein weites Feld vor sich liegen, das er nach Zeit und Umständen, und gewifs mit Nutzen, bearbeiten kann. Zwar sind nicht alle feste Körper geschickt, jede einzelne Prüfung obiger Reihe auszuhalten; allein man wird immer in den drey gewöhnlichen Reichen der Natur mehrere finden, welche zu allen ohne Ausnahme dienen. Manches Kapitel, vorzüglich des letztern Abschnitts, ist auch schon in etwas bearbeitet, z. B. die Wirkungen der Friction und Collision, andere blieben bis auf ge-

genwärtige Zeit beynahe unberührt. Man erwarte von mir keine vollendete Arbeit; es ist nicht das Werk eines Einzigen. Ich bemühe mich, die Gränzen auszustecken, eine deutliche Uebersicht des Ganzen zu geben, die zerstreuten Erfahrungen zu sammeln, durch Wiederholung zu prüfen, und mit neuen Versuchen zu vermehren; das Mangelhafte mögen andere ergänzen. —

Den Anfang mache ich mit der Zertheilung starrer Körper, welche durch Ziehen, Spalten, und Brechen bewirkt wird, wobey ich den gewaltsamen Druck möglichst vermied, wie schon die allgemeine Aufschrift dieses Abschnitts anzeigt.

Es lag mir viel daran, genau zu bestimmen, ob, bey welchen Körpern, und unter welchen Umständen, durch reinen Zug und Bruch, durch eigentliches Zerreißen und Abbrechen, Licht entsteht; denn da dieses Verfahren dem Verdichten durch äusseren Druck schur gerade, wie es scheint, entgegengesetzt ist, so wäre es sehr merkwürdig, durch zweyerley ganz zerschiedene Processe aus den Körpern Licht hervorzulocken. Für die Möglichkeit dieses Erfolges sprachen einige schon früher beobachtete Lichtblitze beym Anschiesen und Brechen künstlicher Krystallisationen, beym sanftesten Reiben und Streichen einiger Mineralien, u. dergl. Allein da sich diese Erscheinungen größtentheils auf chemische Producte einschränken, sehr in's Kleine verfallen, und zum Theil mehrere Erklärungen zulassen, so war es nothwendig, die Körper in ihrem natürlichen Zustand zu prüfen, und die Versuche auf mehrere Substanzen auszudehnen. Hievon handelt das nächstfolgende Kapitel. Um dem Verdacht einer Phosphorescenz durch Temperatur-Erhöhung auszuweichen, wurden die Versuche zur Winterszeit, in einem ungeheizten Zimmer, bey einer Temperatur von 3 bis 5 Gr. Reaum. vorgenommen, was immer gilt, so lang das Gegentheil nicht ausdrücklich bemerkt wird.

ERSTES KAPITEL.

Licht durch Zerreißen, Spalten, und Brechen.

§. 78.

Zerreißen und Spalten verschiedener Körper.

Zum Zerreißen der Körper bediente ich mich des Mufchenbrock'schen Apparats, womit dieser vortrefliche Experimentator die Cohärenz fester Körper untersucht hat. (*Dissert. physic. et geometr. Tab. XIX. fig. 6.*) Es ist begreiflich, daß ich mittelst dieser Anrichtung nur Stricke, Hölzer und Metalle bequem zerreißen konnte. Die Dicke und Stärke der geprüften Materialien wurde in der Art veranstaltet, daß die Cohäsionskraft nie fünf Centner baierischen Gewichts überstieg, obwohl die Maschine ihrer Gröfse und Einrichtung nach Versuche von 15 bis 20 Centner erlaubt hätte.

Geprüft wurden: eine dicke seidene Schnur, ein gewöhnlicher Strick von Hanf, Cylinder von Eichen - Buchen - und Tannen - Holz, Dräthe von Kupfer und Eisen. Allein alle diese Bemühungen liefen fruchtlos ab, und ich bemerkte in keinem Fall eine Spur von Licht, ohngeachtet das Zerreißen nicht allmählig, sondern schnell bewirkt wurde.

Das eigentliche Spalten und Blättern findet nur bey Holz statt; denn das Spalten und Blättern einiger Mineralien kann man füglich zum Bruch rechnen, wo es auch vorkommen wird. Was nun das Holz betrifft, so konnte ich durch Spalten desselben mittelst eines Messers und Keils kein Licht erhalten; ich muß aber zugleich erinnern, daß meine Versuche nicht sehr in's Grosse giengen, und wiederholt zu werden verdienen; denen freylich der Umstand, daß sie im Finstern müssen gemacht werden, manche Hindernisse entgegen setzt — auf Pochwerken gieng es am besten an.

Brechen und Spalten der Fossilien.

§. 79.

Um dieses Brechen bequem und zweckmässig zu verrichten, verschaffte ich mir länglichte Prismen, Cylinder, und Tafelchen von mancherley Mineralien. So lang die Kraft

meiner Armmuskeln hinreichte, brach ich sie mit beyden Händen schnell entzwey; gieng dieses nicht mehr an, so befestigte ich sie in einem hölzernen Schraubstock, um mit beyden Händen nach derselben Richtung drücken zu können. Fossilien, denen ich die schickliche Form nicht geben konnte, zerschlug ich auf der hohlen Hand mit einem hölzernen Hammer. In diesem Fall war zwar der Bruch mit Druck verbunden; allein man weiß, daß bey spröden Körpern, wenn sie nicht im Raum beschränkt sind, der eigentliche Druck sich nur auf den Schlagpunkt beschränkt, und auf das Ganze von sehr geringen Folgen ist, indem sie in Trümmer gehen, ohne den Druck nachzugeben; doch unterscheide ich diese Versuche von den übrigen sorgfältig. Hauptsächlich bemühte ich mich, Fossilien von regelmässigen, Krystallinischen Gefüge mit freyer Hand zu brechen, oder Bruchstücke davon abzulösen.

§. 80.

Fasse ich alles zusammen, was sich aus meinen mannigfaltigen Versuchen ergab, so glaube ich folgende Erfahrungssätze aufstellen zu können:

a) Nur bey Körpern des Mineralreichs zeigt sich ein augenblickliches Licht, wenn man sie behende entzwey bricht; nicht bey Holz, nicht bey Knochen, nicht bey Korallen und Muscheln der Schalthiere, u. dergl. so wenigstens fand ich's bis jetzt.

b) Selbst unter den Mineralien gewähren nur solche bestimmt und unbezweifelt Licht, welche sehr hart und spröde sind, das heisst, welche dem Bruch nicht nachgeben, sondern augenblicklich in Trümmer gehen.

c) Hiezu dienen vorzüglich, ja beynahe ausschliesslich, solche, die schon dem Aeusseren nach eine Krystallinische Aggregatform besitzen, und die, wenn man sie theilet, regelmässige Bruchstücke geben.

d) Die zur Prüfung angewandten Prismen oder Cylinder dürfen nicht zu dünn seyn; sie sollen wenigstens einen halben Zoll im Durchschnitt haben: je dicker, desto besser.

e) Das Zerstückeln durch Erschütterungen mit dem hölzernen Hammer wirkt ohne Vergleich mehr, als das Entzweybrechen mit den Händen. Ja es scheint mir, daß kein Fossil durch reinen Bruch leuchtet, wenn nicht zugleich Stücke davon abspringen, oder doch im Innern Risse und Spalten entstehen.

f) Uebrigens bemerkt man bey spröden Mineralien von krystallinischem Gefüge immer ein schwaches, zuweilen auch wohl ein sehr schönes Licht, so oft man mit der Hand, mit dem Messer, mit einer Zange, u. dergl. ein Bruchstück oder eine Schichte davon losmacht, oder sie mit den Händen schnell entzwey bricht.

§. 81.

Gegenwärtige Folgerungen stützen sich auf nachstehende Erfahrungen:

a) Kein Kalkstein, kein Marmor, noch viel weniger Kalksinter und Tropfsteine, auch

kein inländischer Kalkspath leuchtete durch den einfachen Bruch, weder mit der Hand, noch im Schraubstock, ohngeachtet von jeder Art mehrere Muster geprüft wurden. Manche gaben zwar durch Collision zweyer Stücke einiges Licht, allein dieß gehört nicht hieher.

b) Unter mancherley Alabaster-Tafeln leuchtete nur eine einzige, als sie durch Bruch in mehrere Stücke zersprang. Sie war merklich groß, schön weiß, halbdurchsichtig, im Bruch glänzend, und zimlich hart.

c) Weder der weiche, noch der dichte, ungeformte Flußspath leuchtete, wohl aber der harte, vielfarbige, mit spathartigem Gefüge, wenn ich ihn, nicht in Stängelchen, sondern in Massen zerbrach.

d) Der Schwerspath, von verschiedener Härte und Bildung, blieb dunkel.

e) Eben so wenig glückte es mir mit Alaunschiefer, mit Wetzschiefer, mit natürlicher, und gebrannter Thonerde; auch nicht mit Jaspis.

f) Unter den Thonarten gab der Feldspath mit seinen Unterabtheilungen durch Spalten und Trennen ein Licht; ganz vorzüglich aber zeichnete sich das russische Frauenglas aus. Beym Spalten der Blätter erhält man zuweilen Funken von $\frac{1}{10}$ Zoll Länge, welche von einem zum andern Blatt überspringen. Hr. Nicholson hat dieses vermuthlich zuerst bemerkt.

g) Prismen von Rosenquarz, und Stangen von Bergkrystal nahmen sich bey dem Zerschlagen durch ein helles Licht aus, noch schöner aber durch Zerschlagen auf der Hand mit dem hölzernen Hammer.

h) Ich opferte diesen Versuchen ein geschliffenes Täfelchen vom reinsten Chalcedon auf. Da es sehr dünn war, so konnte ich's zwischen den Händen leicht entzweybrechen, was denn auch mit den dadurch erhaltenen Bruchstücken öfters geschah; allein es leuchtete nie, vermuthlich weil es zu dünn war.

i) Glasröhren von anderthalb - bis zwey Linien im Durchmesser, einzeln oder drey bis vier zugleich zwischen den Händen zerbrochen, leuchteten nicht, wohl aber wenn ich sie entzwey schlug. Dicke Glasröhren gewähren dieses Licht noch besser, wenn sie durch Schlagen Sprünge bekommen, oder in Trümmer gehen. Ich brach massive Glasylinder von fünf Pariser Linien im Durchmesser rasch entzwey, und konnte kein Licht sehen, ohngeachtet kleine Bruchstücke davon absprangen.

k) Die spröden Bologneserfläschchen leuchteten manchmal bey dem Zerspringen; allein das Licht blieb öfter aus, als es sich einstellte.

l) Kein Salzstein, wie man sie aus der Erde gewinnt, leuchtete durch Bruch, selbst nicht, wenn ich sie vorläufig durch die Ofenwärme möglichst trocknete; auch nicht das gewöhnliche Kochsalz, wenn ich es durch Anfeuchten in dicke Cylinder bildete, es erhielt dadurch nie die so nöthige Consistenz; gradirte Substanzen sind viel spröder, leuchten aber durch reinen Bruch dennoch nicht; vom Zucker und anderen Salzen wird weiter unten die Rede seyn.

m) Umsonst bemühte ich mich, aus Stangen - Schwefel, aus Siegelack, und aus Colophonium, durch rasches Brechen im Finstern Licht zu erhalten.

§. 82.

Aus allen meinen Erfahrungen scheint hervorzugehen, *dafs nur solche Fossilien durch Brechen und Spalten Licht geben, welche ausser einem merklichen Grad von Sprödigkeit zugleich eine Krystallinische Bildung haben, und regelmässige Bruchstücke liefern.* Ein Resultat, welches unsere Aufmerksamkeit ganz vorzüglich verdient. — Wer sich hievon durch eigene Versuche überzeugen will, dem empfehle ich vorzugsweis folgende Substanzen:

1. Aus dem Kalkgeschlecht, den gewöhnlichen Flussspath mit spathartigem Gefüge;
2. Aus dem Thongeschlecht, den Krystallinischen, glasigen Feldspath, den Adular von St. Gothhard, den Labradorstein (die nun freylich in das Kieselgeschlecht übertragen worden,) und den russischen Glimmer durch Spalten;
3. Aus dem Talkgeschlecht, den Cyanit, und den glasigen Tremolith;
4. Aus dem Kieselgeschlecht, den Haar- und Glaszeolith, den Rosenquarz aus Baiern, den Hyalit, den Bergkrystall, den Topas, (und wer's vermag, den Diamant.) Der Rosenquarz nimmt sich sehr schön aus.

Das Blättern und Brechen verrichte man, so lang es angeht, mit der Hand, oder mit einem hiezu schicklichen Werkzeug. Erschütterungen durch vorläufiges Schlagen mit einem hölzernen Hammer, durch Fall von einer mässigen Höhe, durch Erhitzen und schnelles Abkühlen im Wasser, machen das Mineral geschickt, dafs es sich leichter blättern und trennen läfst, ohne einen Schlag anzuwenden, den ich immer zu vermeiden suchte, so lang es anging.

§. 83.

Zerstückeln der Mineralien, unter dem Hammer und im Mörser.

Es läfst sich erwarten, dafs Mineralien, welche bereits durch sanftes Spalten mit der Hand oder einem Instrument leuchten, unter dem Hammer oder der Mörser-Keule ein viel reichlicheres Licht verbreiten werden. Diefs geschieht auch wirklich, und man kann sich kein angenehmeres Schauspiel verschaffen, als wenn man bey vollkommner Dunkelheit, in einem etwas grossen Apotheker-Mörser, Stücke von Flussspath, Tremolit, Adular, Rosenquarz, Bergkrystall, u. dergl. zerpocht. Schönheit und Stärke des Lichts, auch mannigfaltiges Farbenspiel, (anfangs wachsend, und beym Uebergang zu groben Pulver wieder abnehmend) überraschen beym ersten Anblick. Von der gelben Blende, den Schwefelkiesen, und dem Melliszucker war diefs längst bekannt; von den Substanzen des vorhergehenden §. war ich zwar vorhinein überzeugt; nichts desto weniger prüfte ich sie im Mörser, um zu erfahren, wie sich Mineralien verhalten würden, denen ich bisher durch Brechen, und Zerschlagen auf der hohlen Hand kein Licht entlocken konnte; und hier bestätigte sich denn die interessante Erfahrung; dafs *Mineralien weder unter dem Hammer, noch unter der*

Keule eines geräumigen Mörsers leuchten, wenn sie nicht schon durch sanftes Spalten, und Brechen ein Licht äussern. So blieben z. B. unter dem Hammer der hiesigen Kupferschmelze, Kalkspath, Schwerspath, Thonerde, Talk, Blutstein, und Cömentkupfer dunkel, der Flußspath hingegen, und mehrere Steine des Kieselgeschlechts gewährten ein mehr oder minder helles Licht. Im Mörser verhielten sie sich gerade so, *nur darf man sie nicht im Raum beschränken.* Zugleich ergiebt sich hieraus, daß das Stossen und Pochen im *Freien* und im *beschränkten Raum* zwey ganz zerschiedene Processe sind, wie sie sich denn auch durch den Erfolg unterscheiden. Wir sahen oben (§. 59.) daß die Pulver aller gesäuerten Kalksteine und vieler anderer Fossilien in der Verdichtungsrohre Licht verbreiten; dasselbe würde auch bey grösseren Stücken erfolgen, wenn man sie in einem allerwärts beschränkten Raum rasch stossen, und zertrümmern wollte; geschieht dieses aber im Freien, so bleiben sie dunkel, weil sie dem Druck ausweichen, und die Eigenschaft durch reinen Bruch zu leuchten, entweder gar nicht, oder in einem geringen Grad besitzen. Nicht minder folgt hieraus, daß das durch Friction entstehende Licht wenigstens zum Theil als ein Licht durch Bruch muß erklärt werden — hievon im dritten Abschnitt. —

Es giebt also Substanzen, welche nur durch Druck und Verdichtung leuchten, z. B. die ausdehnbaren und tropfbaren Flüssigkeiten — es giebt aber beynahe eben so viele (unter den Fossilien,) welche auch durch Bruch und Trennung der Masse, ohne Temperaturerhöhung, phosphoresciren, und woran weder die Friction noch die Collision einen Antheil haben. Wir sahen dieses so eben bey einigen noch unveränderten Fossilien, jetzt folgen künstliche Zusammensetzungen, welche die obige Eigenschaft gleichfalls, und wie es scheint in einem viel höhern Grad besitzen. Was die Knallsalze unter den Phosphorn durch Druck, das sind die folgenden Substanzen unter den Phosphorn durch Bruch.

ZWEITES KAPITEL.

Krystallen - Licht.

§. 84.

Man kann zwar alles durch Spalten und Brechen der Mineralien entsehende Licht Krystallen-Licht nennen, weil es sich hauptsächlich bey den Substanzen von krystallinischem Gefüge äussert, unterdessen nehme ich jenen Ausdruck hier im beschränkten Sinn, und begreife darunter die schwachen Licht-Erscheinungen, welche man bey der Bildung einiger Salzkrystalle, bey der Erschütterung bereits gebildeter, und beym Brechen derselben manchmal im Dunkeln bemerkt.

Schwefelsaures Kali.

a) Das Leuchten des Schwefelsauren Kali bemerkte vermuthlich zuerst Hr. Professor Pickel in Würzburg 1785. an einer zum Krystallisiren hingestellten Lauge des vitriolisirten Weinsteins; denn als er zu Nachts vorübergieng, sah er auf der Oberfläche, in der Mitte und am Boden des Kessels blitzähnliche Erscheinungen — also Licht während dem Anschliessen der Krystalle; (*Göttlings Taschenbuch*, 1787, S. 55.)

b) Beynahe gleichzeitig machte Hr. Apotheker Schönwald in Elbingen dieselbe Beobachtung. Er löste 1 Th. Küchensalz mit 1 bis 2 Th. vitriolisirten Weinstein in Wasser auf, liess die Auflösung bis zur Bildung eines Häutchens abrauchen, und dann in einer Schale zu Krystallen anschliessen, wobey er im Finstern sah, dass Lichtblitze aus der Auflösung hervorbrachen, und dass die Krystalle selbst leuchteten, wenn er sie mit den Nägeln seiner Finger rieb. (*v. Crells chem. Annal.* 1786. St. 7. S. 50.)

c) Als Hr. Apotheker Schiller eine kalcinirte Salzmischung aus Weinsteinrahm, vitriolisirten Weinstein, und Kochsalz stark zusammenschmelzen, und dann in einem andern Gefäss abkühlen liess, rissen sich beym Abkühlen Blättchen, wohl auch grössere Theile der Krystalle los, und jede solche Trennung war mit einem Funken begleitet. Auch die Lauge obiger Salzmasse verbreitete während dem Anschliessen der Krystalle schöne, von Zeit zu Zeit ausfahrende Lichtblitze. (*Göttling. Taschenb.* 1791. S. 54.)

§. 85.

Ganz vorzüglich beschäftigte sich Herr Giobert in Paris mit der Phosphorescenz des schwefelsauren Kali, die er im Dec. 1788. zuerst wahrnahm, vermuthlich ohne von den frühern Entdeckungen in Deutschland Kenntniss zu haben. Da seine Versuche wissenschaftlich sind, und etwas mehr, als eine blosser Beobachtung durch Zufall enthalten, so verdienen sie eine umständliche Darstellung. (*Journal de Physique*, XXXVI, 256, u. f.; *Gren's J. d. Ph.* II. 475. u. f.)

d) Da er weisse Magnesia im grossen bereiten musste; so hatte er eine beträchtliche Menge Salz aus dem Canal *) mittelst luftsaurem Pflanzenkali zersetzt. Nachdem die Flüssigkeit, selbst durch Kochen, nicht die mindeste Bittersalzerde mehr fallen liess, so liess er sie abdampfen, um das Schwefelsaure Pflanzenkali zu krystallisiren. Als sich das erste Häutchen gebildet hatte, wurde alles bey Seite gesetzt, und erst nach drey Tagen wieder vorgenommen, mehr in der Absicht, die Auflösung wegzuwerfen, als den vitriolisirten Weinstein daraus zu krystallisiren. Hr. G. bemerkte einige bereits gebildete Krystalle, und goß

*) Vermuthlich Meersalz aus dem Canal zwischen England und Frankreich. Die Hrn. Lavoisier und Vogel haben von diesem Seewasser chemische Analysen geliefert, (*Schweiggers Journal*, VIII, 344, u. f.)

sie ab, um die Wirkung des Salzes auf das Kupfer des Gefässes zu untersuchen, als durch Zufall das Licht im Laboratium verlosch. Jetzt stand das Innere des Gefässes in vollem Glanz vor ihm da, der sich zwar bald verlor, aber bey der mindesten Reibung der Krystalle wieder erschien. Man brauchte nur mit einem Stäbchen über die Spitzen der Krystalle sonst wegzufahren, um eine beynahe zusammenhangende Lichtmasse zu erhalten; wurde eine Handvoll davon aufgegriffen, und wieder in den Behälter geworfen, so zeigte sich ein bläuliches Licht, wie bey den besten Pyrophorn. Am schönsten nahm sich die Erscheinung aus, wenn das Gefäß erschüttert wurde.

§. 86.

Um über dieses merkwürdige Phänomen Aufklärung zu erhalten, wiederholte Herr Giobert den Versuch öfters unter mancherley Abänderungen, woraus sich folgendes ergab:

a) Die Materie des Gefässes ändert nichts in der Sache, denn es zeigten sich Krystalle leuchtend in Gefässen von Kupfer, Messing, Zinn, Fayance und gemeinen Thon.

b) Die Kalialösung darf nicht zu stark abgedampft werden, einige Feuchtigkeit ist den Krystallen zum Leuchten schlechterdings nothwendig; das Licht blieb aus, sobald man sie nur mit Löschpapier trocknete;

c) Wurden die leuchtenden Krystalle auch ganz mit der Flüssigkeit übergossen, aus der sie sich bildeten, so dauerte die Erscheinung dennoch fort;

d) Die Krystallisation muß kalt veranstaltet werden.

e) Je mehr Oberfläche die Auflösung der freien Luft darbietet, desto reichlicher ist das Licht.

f) Die Auflösung allein, ohne Krystallen leuchtet nicht.

g) Man konnte weder beym Entstehen, noch beym Fortdauern dieses Lichts einige Spuren von gewöhnlicher Electricität entdecken.

h) Endlich ergaben sich noch zwey Umstände, welche verdienen näher betrachtet zu werden:

§. 87.

i) *Das Sonnenlicht hat auf diese Phosphorescenz einen verschiedenen Einfluß.* Nachdem ein beträchtlicher Vorrath des in Wasser aufgelösten Schwefelsauren Kali bis zum ersten Häutchen abgedampft, hierauf in mehrere Gefässe von mancherley Form vertheilt, und an verschiedene Plätze hingestellt worden, ergab sich folgendes:

Die in der Sonne gebildeten Krystalle phosphorescirten ungemein schön: Schwächer die im Schatten, noch Schwächer, wenn die Krystallisation in einem Topf mit enger Oeffnung vor sich gieng, in ganz verschlossenen Gefässen endlich ergab sich gar kein Licht. Hieraus „zieht Hr. Giobert den Schluß, dieses Leuchten gehöre eigentlich dem Sonnen- und Tages-

„licht, nicht aber den Salzkry stallen zu: diese (glaubt er) saugen das Licht bey ihrer Bildung ein, und geben es dann im Dunkeln wieder zurück, weßwegen es auch noch unter Wasser aushält, wie das faule Holz auch unter Wasser leuchtet. Allein ich glaube nicht, daß dieses die wahre, wenigstens nicht die einzige Ursache sey. Es ergiebt sich zwar aus meinen Versuchen (S. 25.,) daß wohlgetrocknete, krystallinische Salze durch Insolation auf einige Secunden zum Leuchten disponirt werden; namentlich hielt der vitriolisirte Weinstein 20 Secunden aus. Allein wie kurz ist dieses Leuchten gegen dem, wovon so eben die Rede war! Ausserdem wird bey der Insolation trockenes Salz, hier feuchtes erfordert: ist jenes Licht verloschen; so muß der Körper neuerdings der Sonne ausgesetzt werden, hier aber genügt eine schwache Reibung im Dunkeln, oder eine sanfte Erschütterung, um es wieder aufzuleben. Daß übrigens das Sonnenlicht auf die Ausdünstung, und auf die Bildung der Salzkry stallen einen mächtigen Einfluß haben, scheint mir aus vielen Erfahrungen erwiesen zu seyn, wie ich in meiner Petersburger-Preisschrift S. 151 bis 153. dargethan habe. Es ist daher möglich, daß das Sonnenlicht diese Phosphorescenz befördert; der Hauptgrund aber liegt in der Zusammensetzung selbst; denn durch Bestrahlung leuchten beynahe alle wohlgetrocknete, krystallinische Salze, ja selbst mit fein zerstoßenen Salzen geht der Versuch noch an, hier aber glückt er nur mit den Kry stallen, und zwar *beynahe einzig mit denen des vitriolisirten Weinstains.*

§. 88.

k) Es ist nämlich sehr sonderbar, daß die Verbindungen des Kali mit anderen Säuren, so wie der Schwefelsäure mit andern Basen, unter ganz ähnlichen Umständen nicht dasselbe Lichtphänomen gewähren. Hr. Giobert machte den Versuch mit Alaun, mit Bittersalz, mit Glaubersalz, und Küchensalz, allein durchaus ohne gewünschten Erfolg. Hangt etwa dieses Leuchten von einer bestimmten Basis ab, so, daß sich vorzüglich das Pflanzenkali hiezu schickt, indem die Schwefelsäure in Verbindung mit Natron, mit Bittererde, und mit Thonerde ohne Wirkung blieb? Oder kömmt es auf die Figur der Kry stallen, auf die Geschwindigkeit ihrer Bildung und auf die stärkere Anziehung der Moleküle an? Alle diese Umstände können auf die Licht-Entwicklung Einfluß haben.

Uebrigens ergiebt sich hieraus doch soviel, daß bey der Bildung, Erschütterung, Reibung, und Brechung einiger Kry stallen Licht im Dunkeln bemerkbar ist; vorzüglich bey dem vitriolisirten Weinstein. Denn es zeigt sich hier ein schwaches Leuchten, erstens bey dem Bilden der Kry stallen (§. 84, a;) also bey dem Uebergang des Flüssigen in den starren Zustand, etwa *Condensationslicht*? Ferner, bey der mindesten Erschütterung und Blätterung der Kry stallen, so wie bey einer sanften Reibung (§. 84. b, c, 85. d.;) also *Lamellen-* und *Frictionslicht*? Endlich bey dem gewöhnlichen Bruch, also Licht durch Trennung durch Ueberwältigung der Cohäsion, *Trennungslicht der Massen.* — Das Phänomen ist immer sehr schön, und auffallend, der schwachen Cohärenz ungeachtet. —

§. 89.

Das Verhalten verschiedener Salzkrystalle.

Alle zu diesen Versuchen gebrauchte Muster waren ausgezeichnet schön, und beträchtlich groß; alle wurden vorläufig durch mässige Ofenwärme langsam getrocknet, und dann im Zimmer aufbewahrt, bis sie auf 14 R. zurückkamen die Prüfung; geschah zu Nachts in einer vollkommenen Dunkele. Bey Aufzählung dieser Salze behalte ich die officinellen Benennungen bey, weil sie bestimmter sind.

a) Krystalle des Tartarus vitriolatus leuchteten nicht nur durch Zerschlagen, sondern auch durch reinen Bruch ohne Druck;

b) Der Tartarus depuratus leuchtete zwar entschieden durch Reiben und Schlagen, durch reinen Bruch hingegen nur zweyfelhaft, und kaum bemerkbar;

c) Blauer Vitriol in grossen Stücken leuchtete weder durch Bruch, noch durch Schlag eben so wenig der grüne, beyde aber durch Reiben am Schleifstein.

d) Auch der Salpeter leuchtete nur am laufenden Schleifstein.

e) Glaubersalz leuchtete nur durch Schlagen, und auch da sehr schwach;

f) Sal gemmae leuchtete sowohl durch Schlagen, als durch Brechen;

g) Alumen crudum nur durch starke Schläge schwach.

h) Sal Seignette leuchtete durch Schlagen gut, durch Brechen nur zweyfelhaft.

i) Der Borax verhielt sich wie der rohe Alaun.

h) Gradirtes Kochsalz in starken Stangen leuchtete nicht, eben so wenig consistentes Küchensalz; hingegen die Salzburger Salzsteine durch gegenseitiges Reiben, und am Schleifstein.

Wir ersehen hieraus, daß sich die Krystalle des vitriolisirten Weinstens auch da wieder vor anderen auszeichnen; hierauf folgt das polnische Steinsalz, der krystallisirte Weinsten, und das Seignette-Salz, wovon einen Hauptbestandtheil gleichfalls der Weinsten ausmacht.

Bey öfterer Wiederholung und Abänderung dieser Versuche fand ich manches Salz späterhin leuchtend, was zuvor dunkel blieb; die Feuchtigkeit hat auf den Erfolg grossen Einfluß. Unter günstigen Umständen leuchten alle natürliche Salzsteine und alle künstliche Salzkrystalle entweder durch reinen Bruch, oder durch Collision, oder durch Reiben. Da nun bey Salien die Cohärenz sehr unbedeutend, mithin auch der Druck von geringer Wirkung ist, so kann man dieses Leuchten ohne Ausnahme zur Phosphorescenz durch Bruch rechnen.

Licht des Mellis- und Candis-Zuckers.

Das Licht, wovon §. 84. u. f. die Rede war, könnte man *Phosphorescenz der Krystallen-Bildung* nennen, indem es sich theils bey dem wirklichen Entstehen, theils nur bey frisch bereiteten Krystallen äussert; das Licht hingegen des vorigen und des gegenwärtigen *Phosphorescenz längst gebildeter Krystalle*. Jenes hat man zwar bis jetzt noch sehr selten bemerkt, ich glaube aber darum, weil wir unsere Aufmerksamkeit nicht darauf richteten, indem hiezu eine vollkommene Dunkle erfordert wird. Man bekümmert sich wenig darum, was während dem Anschliessen der Krystalle vor sich geht, zufrieden, schöne Krystalle erhalten zu haben. Ausserdem würden sich bey diesem Proceß dem wissbegierigen Materialisten und Fabrikanten manche sehr lehrreiche Erscheinungen darstellen. Auch das Krystallenlicht zweyter Art, welches durch Reiben und Brechen entsteht, wurde bisher, mit Ausnahme des Zuckers, bey nahe ganz vernachlässiget.

§. 91.

Beym Leuchten des Hutzuckers durch Friction und Bruch will ich nicht verweilen, weil es eine längst bekannte Erscheinung ist; nur der Umstand verdient bemerkt zu werden, daß bey dem Zerstückeln desselben ein desto reichlicheres Licht ausbricht, je reiner und consistenter derselbe ist; daher giebt der St. Thomaszucker kaum einige Funken, mehr der Mellis, noch mehr der Maderazucker: aus dem Canarien- und St. Domingo Zucker endlich brechen ganze Lichtmassen hervor, wenn der Versuch etwas im Grossen gemacht wird. Um einen reinen Bruch zu erhalten, und Hammer und Messer entbehrlich zu machen, bildete ich aus einem Zuckerhut lange Prismen, welche ich mit den Händen entzweybrach. Je härter und edler der Zucker, je dicker die Prismen, je rascher der Bruch war, desto ergiebiger und auffallender war auch das Licht.

§. 92.

Die Phosphorescenz des Candiszuckers scheint man ganz übersehen zu haben, ohngeachtet er sich viel schöner, als obiger, ausnimmt, und ein reines Leuchten durch Bruch, ohne mindesten Druck, liefert. Ich wählte hiezu acht Zoll lange, und anderthalb Zoll dicke Stangen des reinsten, weissen Candis, welche mit den ausgezeichnetesten Krystallen begrenzt waren, trocknete sie durch Ofenwärme, und prüfte sie bey einer Temperatur 15 R. So oft ich eine solche Stange entzweybrach, erhielt ich ein ergiebiges, augenblickliches Licht. Als ich hierauf einzelne Krystalle davon losmachte, zeigte sich bey jedem Bruch gleichfalls ein Schimmer. Das sonderbare hiebey war, daß dieses Licht mehr einem leuchtenden Dampf,

als einem Blitz ähnlich war, gerade als wenn eine, nur dem Auge bemerkbare, schwache Explosion entstände, oder durch den Bruch ein verbrennliches Gas schnell aufloderte. Es hält schwer sich hierüber deutlich zu erklären, man muß das Phänomen selbst sehen.

Uebrigens sind diese Stubenversuche nur ein schwaches Bild von dem, was man in grossen Canditoreyen zu Nachts sehen kann, wie mich der hiesige Hr. Senator Drexel versicherte, indessen Candis - Raffinerie gewöhnlich zwölf Centner zugleich bereitet werden. Ich war begierig zu erfahren, ob nicht die Zucker - Auflösung bereits beym Anschliessen der Krystalle leuchte. Allein da sich in den grossen kupfernen, mit Fäden durchzogenen Becken die Oberfläche gleich anfangs mit einer undurchsichtigen Kruste überzieht, so kann man nicht sehen, was unter derselben, und im Innern der flüssigen Masse ferner vorgeht.

§. 93.

Leuchten im verdünnten Raum.

Kein Material schickt sich so gut, wie der Candiszucker, das Leuchten durch Bruch im verdünnten Raum der Luftpumpe zu untersuchen. Da sich die einzelnen Krystalle ohne Mühe vom Hauptstamme trennen lassen, und auch dieser sehr leicht entzweygebrochen werden kann, so läuft man keine Gefahr, es möchte während dem Versuche Luft in die Glocke dringen. Mein Aparat ist der bekannte Nolletische, von Brander in Augsburg verbessert. Mit Luftpumpen von Brander und Höschel kann man (des schädlichen Raumes wegen zwischen Hahn und Kolben) die Verdünnung nicht leicht höher bringen, als auf 6 Linien der Barometerprobe, was für den gegenwärtigen Fall hinreichend ist.

Bey dieser Verdünnung zeigte sich das Licht beym Bruch des Candiszuckers so gut, ja noch schöner als im Freien, sowohl bey ganzen Stücken als bey einzelnen Krystallen; mit jedem Bruch der Krystallen ergab sich ein kegelförmiger, ausgebreiteter Lichtbüschel, grösser und heller als im Freien. Ich nehme keinen Anstand, diesen Erfolg auch auf den Rosequarz den Bergkrystall, die leuchtenden Salzkryalle, und überhaupt auf alle durch reinen Bruch im freien leuchtende Substanzen auszudehnen. — *Reine Lichtphänomene hängen nicht vom Daseyn der umgebenden Luft ab.* Der Feuerstein mit Stahl gerieben leuchtet auch noch in sehr verdünntem Raum, auch in reinem Kohlensauren Gas; ersteres fand Hauksbee, letzteres Davy: das Licht erfolgt hiebey desto reichlicher, je dünner der Feuerstein ist, d. h. je mehr Bruchstücke abspringen, aber die abgerissenen Stahlstückelchen leuchten (verbrennen,) nicht mehr; sondern man bemerkt nur einen schwachen weisslichten Lichtstreifen am geriebenen Stein. (*Hauksbee Exper. T. I. pag. 138.*) Glas mit Glas unter dem Recipienten gerieben vertheilt ein selbst bey Tag bemerkbares Licht (a. a. O. S. 160.;) doch hiervon im dritten Abschnitt.

Leuchten des Eises.

Wird wohl Eis mit Eis gerieben, oder in Massen gebrochen im Dunkeln leuchten? Fragte ich mich oft während meiner Untersuchungen über die durch mechanisches Verfahren erregte Phosphorescenz der Körper; und ich erwartete den Winter von 1803. mit Ungeduld, um den Versuch gehörig zu machen. Meiner Meinung nach sollte dieses mit Eis so gut angehen, als mit den natürlichen Salzsteinen und SalzkrySTALLen, welche theils durch Bruch, theils durch Friction leuchten; so gut, als mit Rosenquarz und Bergcrystall, welche selbst unter eiskaltem Wasser gerieben noch sehr schön phosphoresciren, in der Voraussetzung nämlich, daß dieses Licht nicht Folge des Drucks, sondern hauptsächlich des Bruchs ist, wovon ich mich bereits überzeugt hatte; nur müßte der Versuch mit sehr trockenem Eis, mithin im Freien bey strenger Kälte vorgenommen werden. Ich befolgte diese Maasregeln, so gut es die Jahreszeit erlaubte, und wiederhole nun den Versuch mit jedem Winter; allein noch immer ohne gewünschten Erfolg. So gieng es auch Hrn. Macquer, welcher hiezu den kalten Winter von 1776 benutzte, bey einer Kälte von 16 R. „Indessen (setzt er sehr weislich hinzu) hat mir's immer geschienen, daß das Eis eben diese leuchtende Erscheinung geben würde, wenn es bey einer ausserordentlichen Kälte, wie z. B. bey welcher das Quecksilber fest wird, eine weit stärkere Härte annehmen könnte; (*Chem. Wörterb. IV, 580. der 2ten Auflage von Leonhardi;*) auch ich habe daran noch nicht ganz verzweifelt, man muß nur die günstigste Gelegenheit abwarten, die sich bey uns nur selten darbiethet.

Was der Mensch nicht vermag, das bringt die Natur zu Stande. Hr. Gillet - Lamont versichert, bey einem Eisgange der Seine an den Pfeilern der Brücke de la Tournelle zu Paris grosse Lichtbüschel bemerkt zu haben, die man freylich den Quatersteinen der Brückenpfeiler so gut als den Eismassen zueignen könnte; allein nach seiner Beschreibung zu urtheilen, war es Eislicht (*J. d. Phys. XI, 101.*) Hr. Prof. Weber in Dillingen versichert, bey dem Eisgang der Donau von 1793. dieses Licht auch ohne Stofs an fremde Körper beobachtet zu haben. (*Gilb. Annal. XI. 352.*) Ebenso vermuthet Hr. Olof Wasserström, das Leuchten der See in den nördlichen Meeren Schwedens entstehe nicht selten aus kleinen und sehr dünnen Eisnadeln, welche die Oberfläche der See beynahe überdecken, und durch die Bewegung des Wassers zerbrochen werden. Er fand, daß die Eisklumpen, wenn sie aus den Ebenen von Eis ausgeschlagen werden, ein Licht zeugten, und daß das Seewasser einen Schimmer verbreitete, so oft es in den Oeffnungen des Eises untereinander gerührt wurde. (*Schwed. Abhandl. 1798.*)

Ueberhaupts versichern die Seefahrer, das Leuchten des Treibeises im Meere häufig beobachtet zu haben. Sie schreiben zwar dieses Licht dem Holz zu, welches zugleich mittreibt; wie unwahrscheinlich aber dieses, bey nassem Holz, ist, sieht jeder leicht ein, der mit der Phosphorescenz durch Reiben bekannt ist.

§. 96.

Das Leuchten der Zinkblumen.

Um nichts zu übergehen, was auf meinen Gegenstand einigen Bezug hat, führe ich hier auch das Leuchten frisch bereiteter Zinkblumen an. Hr. Lassone, der sich ehemals mit der Untersuchung des Zinkes viel beschäftigt hat, giebt uns eine umständliche Beschreibung hievon in den *Pariser Abhandl. von 1772. I. Th. S. 30.* Als er Zinkblumen im Grossen bereitete, dann in ein flaches Gefäß ausgoß, und nach vollendeter Arbeit, an einem finstern Ort betrachtete, erschienen sie ihm glühend hell. Dieses Licht entwickelte sich noch reichlicher, wenn er die Zinkblumen mit einem Spatel umrührte; die ganze Masse schien von Licht durchdrungen, und das Schauspiel dauerte eine volle Stunde.

Die phosphorische Eigenschaft der Zinkoxyde ist bekanntlich sehr groß. Von ihrer Phosphorescenz durch Insolation geschieht §. 28, durch äussere Temperaturerhöhung §. 170. Meldung: das Leuchten der gelben Scharfenberger — Blende und des Obenfruchs durch Reiben und Zerstückeln darf ich hier als bekannt voraussetzen; allein dieß alles genügt noch nicht, gegenwärtiges über eine Stunde fortdauerndes Leuchten zu erklären. Es war sehr wahrscheinlich ein schwaches Verbrennen des noch nicht ganz oxydirten Metalls, dem langsamen Verbrennen des Stangenphosphors ähnlich, hiemit weder zum Krystallen — noch zum Trennungslicht gehörig. Hieraus erklärt sich's zum Theil, warum der Versuch andern nicht gelingen wollte. (*Göttling's Taschenbuch 1791, S. 25.*). Ausser einem schwächern Grad der Oxydation mag es auch darauf ankommen, daß man mehr im Grossen arbeitet.

Wir sehen hier ein Beyspiel einer Phosphorescenz, welche mit jener des schwefelsauren Kali einige Aehnlichkeit hat, indem beyde durch Bewegung und durch Rütteln merklich erhöht wurden; dennoch beruhen beyde auf ganz zerschiedenen Gründen. Bey künstlichen Präparaten stößt man gar oft auf solche Fälle; und man läuft Gefahr einen Fehlschufs zu machen, d. h. dem Reiben und Brechen zuzuschreiben, was eigentlich ein Leuchten durch Temperaturerhöhung, oder ein schwaches Verbrennen ist, wie sich's vorzüglich bey phosphorsauren und salzsauren Verbindungen zeigt. Hievon wird zu Ende des dritten Abschnitts die Rede seyn, nachdem ich die Lichterscheinungen durch die eigentliche Friction werde durchgegangen haben.

DRITTES KAPITEL.

Wahrscheinliche Ursache dieser Phosphorescenz.

§. 97.

Werfen wir nun einen Blick auf das in den vorigen zwey Kapiteln vorgebrachte zurück, so ergiebt sich der Schluss, daß bey Behandlung der Mineralien wirklich Fälle vorkommen, wo durch reinen Bruch derselben Licht entsteht. Zwar sind diese Fälle etwas selten, doch zahlreich genug, um den Erfahrungssatz über allen Zweifel zu erheben. Setzen wir auch alle Versuche, wobey einiger Druck und Schlag, eine schwache Reibung oder vorläufige Erwärmung angewandt wurde, als zweyfelhaft bey Seite, so bleibt uns das Leuchten bey'm Flußspath, Adular, glasigen Tremolith, Bergkrystall in Gruppen, Rosenquarz, russischen Glimmer, Mellis und Candiszucker, vitriolisirten Weinstein und mehreren Salzkrystallen als ein Licht durch eigentlichen Bruch und Blättern übrig. Da sich nun einige dieser Substanzen noch in ihrem natürlichen Zustand befanden, andere durch die Kunst gebildet wurden, so glaube ich mich berechtigt, den Erfahrungssatz aufstellen zu dürfen, *daß es im Mineralreich mehrere sowohl natürliche, als künstliche Verbindungen giebt, welche durch reinen Bruch und rasche Trennung, das ist, ganz allein durch Aufhebung der Cohärenz ihrer Massentheile einen augenblicklichen Lichtschimmer verbreiten, oder phosphoresciren.* Hiemit giebt es eine Phosphorescenz ohne Insolation, ohne äussere oder innere Erwärmung, ohne Druck und Reiben, ohne chemische Mischung, ohne Verbrennung und Verwesung, ein wahres Naturgeheimniß, ein schwer zu lösendes Räthsel! Was ich in dieser Absicht vorbringe, sind im Grunde nur Muthmassungen, und Fingerzeige einer künftigen Erklärung.

§ 98.

Zuerst kann man fragen, ob es wohl möglich ist, einen Körper ohne allen Druck zu brechen, und ohne Reibung zu spalten? Bey Fossilien, z. B. bey Rosenquarz, Tremolith, Bergkrystall, ja selbst bey den Salien, scheint so etwas schwer zu bewerkstelligen zu seyn. Zug einerseits bewirkt Druck auf der entgegengesetzten Seite, oder etwas ähnliches, wie's bey'm Beugen einer Degenklinge, bey'm Spalten des Holzes auffällt; hiemit könnte je nes schwache Leuchten eine Wirkung des Drucks oder der Reibung seyn. Allein bedenken wir einerseits, welche Kraft erfordert wird, um mineralische im Raum beschrenkte Pulver durch Druck leuchtend zu machen (§. 56. u. f.;) hauptsächlich aber, daß kein Fossil weder durch Druck, noch durch Reibung allein, ohne Bruch, im freien Raum leuchtet, so fällt dieser Zweifel weg. Auch läßt sich bey'm Blättern des russischen Glimmers, bey'm Absondern einzelner Krystalle des Candiszuckers, und bey'm ächten Krystallenlicht an Druck und Reibung nicht wohl denken.

§. 99.

Bey sehr spröden Fossilien, z. B. bey Diamant, Topas, Rosenquarz, u. dergl. könnte man vermuthen, das Licht entstehe aus der schnell in die Spalte stürzenden Luft, gerade wie bey'm Zerspringen der Luftpumpen-Glocke, oder bey'm Platzen der über einen hohlen Cylinder gespannten Blase (§. 13. u. f.) — also Licht durch schnelles Drücken der Luft, oder Luftpumpenlicht, wie ich es nannte. Allein die Versuche in merklich verdünnter Luft (§. 95.) scheinen dieser Voraussetzung zu widersprechen. Ausserdem paßt diese Erklärung nicht auf das Leuchten schwach cohärirender Substanzen, z. B. des Zuckers, des schwefelsauren Kali, des Glimmers. Wir müssen also bey der Erklärung dieses Phänomens auf die Beschaffenheit, und auf den Bau der leuchtenden Körper selbst Rücksicht nehmen, wozu folgende Bemerkungen dienen können.

§. 100.

Das Ursprünglichausdehnbare strebt seiner Natur nach stets nach Ausdehnung; ihr gegenüber steht Verdichtung durch Druck, dem Streben des Ausdehnbaren schnurgerad entgegengesetzt. Ohne Verdichtung erfolgt hier kein Licht, durch schnelle Verdichtung zuverlässig eines, als nächste Folge des Conflicts entgegengesetzter Kräfte. Was der Substanz die Ausdehnung gab (der Wärmestoff,) entweicht dabey, und mit ihm der von seinen Banden freygemachte Lichtstoff — eine Folge der durch Druck bewirkten Zersetzung. —

Das Ursprünglich starre (wenn ich Quarz u. dergl. so nennen darf) strebt seiner Natur nach stets nach Zusammentreten, nach Cohärenz und Festigkeit; ihr gegenüber steht Trennung, Entfernung der Massentheile durch Zug und Bruch, dem Streben des starren schnurgerad zuwider. Ohne Trennung erfolgt hier kein Licht, durch raschen Zug und Bruch sehr häufig, als nächste Folge des Conflicts entgegengesetzter Kräfte. Was der Substanz die Cohäsion gab, entweicht dabey, und mit ihm der von seinen Banden freygemachte Lichtstoff — eine Folge der durch Zug bewirkten Trennung (so zu sagen mechanischer Zersetzung.) — *

§. 101.

Was giebt nun aber den Körpern Cohärenz, und starre Form? Etwas muß doch seyn — bey mancher Klasse der Körper zuverlässig. — Bey derselben äussern Temperatur, bey

(*) Ich weiß wohl, das es keinen ursprünglich starren Körper giebt; doch ist es erlaubt, Körpern, welche nie unter einer andern Gestalt vorkommen, jenes Praedicat beizulegen, zum Beispiel dem Diamant und andern mehr.



(wenigstens denkbar,) derselben specifischen Wärme ist und bleibt Luft permanentelastisch, Wasser tropfbar flüssig, Quarz starr und spröde. Wäre dieses Etwas der Lichtstoff selbst, so hätten wir das Trennungslicht bey den Fossilien erklärt; nur müßten in dieser Voraussetzung alle starre Fossilien durch Bruch leuchten, was aus der Erfahrung nicht hervorgeht; vielleicht aber nur darum nicht, weil es unzählige Abstufungen der Phosphorescenz giebt, und unser Auge durch die niedrigsten Stufen nicht bemerkbar gereizt wird. Dafs der Lichtstoff mit den Körpern der organischen Natur, so lang sie vegetiren und leben, als Bestandtheil in Verbindung tritt, ja dafs er selbst die Stelle eines Bindungsmittels vertritt, habe ich in meiner Petersburger Preisschrift aus Thatsachen erwiesen; hier nur eine Stelle (a. a. O. S. 70.): „Der aus dem Samen hervortretende Keim soll zur Pflanze, zum Gesträuche, zum Baum erwachsen, soll das werden, was eine hundertjährige Eiche in ihrer vollen Kraft ist. Wie viele Stoffe muß sich die zarte Pflanze nicht aneignen, bis sie sich zu jener Riesengrösse empor schwingt, bis sie das wird, was sie wirklich ist! Der Kohlenstoff und der Wasserstoff müssen in eine starre Substanz umgeschaffen werden: Die Säfte müssen sich zu Harz und Oel verdichten: Es muß ein fester mit Flüssigkeiten vermischter Körper entstehen, den wir im eigentlichen Sinne verbrennlich nennen — und nun das Bindungsmittel, alle diese Stoffe zu vereinigen? das Licht.“ —

Hievon liegt der Beweis am Tage. Alle an finstern Orten wachsende Pflanzen enthalten bloß Schleim, der ohne Lichtausbruch verbrennt; keine erhält Festigkeit, Farbe, und den gehörigen Wuchs, weil ihnen das Licht fehlt. Wäre es erlaubt, diesen Schluß auf das Mineralreich auszudehnen, so wäre mein Satz erwiesen; dürfte man den Lichtstoff als das allgemeine Bindungsmittel starrer Körper betrachten, so dürfte es bey aufgehobener Bindung entweichen, hiemit dem Auge sichtbar werden, falls der Ausbruch nicht zu schwach ist. Ganz leer und ohne allen Grund kann dieser Gedanke wohl nicht seyn — wir wollen ihn noch weiter verfolgen, und auf die Krystalle anwenden.

§. 102.

Aus meinen Erfahrungen (§. 80 — 85.) zeigt sich offenbar, dafs diejenigen Fossilien durch eigentlichen Bruch am besten leuchten, welche ein krystallinisches Gefüge haben — also die Krystallform befördert diesen Lichtausbruch. — Was giebt aber dem Aufgelösten diese Form? Wiederum eine qualitas occulta, wie alle von uns angenommene Naturkräfte von Newtons allgemeiner Gravitation bis auf die Verwandschaft der Säuren zu den Alkalien herab. Um das Gefrieren des Wassers, den Uebergang des Flüssigen in den starren Zustand zu erklären, braucht man eben keinen Kältestoff; dafs sich aber Krystallen von bestimmter Figur bilden, folgt aus dem Entweichen des Wärmestoffs nicht; hier wirkt also noch Etwas. — Alles strebt nach einer bestimmten Form, und erhält sie auch (äussere Störungen weggedacht) — aber mit welchen Modifikationen! Kein Individuum in der gesammten Körperwelt dem andern vollkommen ähnlich! Doch wir wollen nicht zu weit ausschweifen.

So viel ist gewiss, daß die mannigfaltigen und bestimmt ausgesprochenen Krystallformen der Salien und Fossilien auf einem eigenen Grund beruhen, und eine nach bestimmten Gesetzen wirkende Anziehungskraft voraussetzen, sich unterscheidend von der allgemeinen Gravitation, und von der speciellen Wahl-Anziehung. Da nun gerade diese Körper durch Bruch am schönsten leuchten, so muß die Phosphorescenz durch Trennung mit der Krystallform, vermuthlich auch mit der Krystallisationskraft in Verbindung stehen.

Es ist aber die Krystallisation weiter nichts als eine Reihung und Cohärenz der Materie in bestimmten Lagen und Formen; wo sich nun das Streben und die Richtung der Cohäsionskraft deutlicher ausspricht, da müssen sich auch die Folgen der aufgehobenen Cohäsion auffallender zeigen; daher das ausgezeichnete Licht bey Bruch und Spaltung der Salzkry- stalle und erdigen Fossilien. Mithin wäre die Phosphorescenz durch Trennung und Bruch eine Folge der schnell aufgehobenen Cohäsion, eine sichtbare Entweichung des Bindungsmittels, das zugleich Lichtstoff mit sich entführt, wenn dieser nicht etwa das Bindungsmittel selbst ist. Dieser Erfolg ist bey Fossilien von krystallinischem Gefüge darum sichtbarer, weil sich hier die Kraft des Bandes bestimmter ausdrückt.

Bey manchen Salzkry- stallen zeigt sich das Trennungslicht noch viel schöner, weil dieser Stoff schon auf ihre Bildung einen entschiedenen Einfluss hat, wie ich anderswo erwiesen habe; (*Preisschrift S. 150 — 158.*) Beym Anschliessen der Krystalle wird Licht gebunden, bey Zerstörung derselben wieder frey, wenn anders der Bildungs- Proceß bey Tage oder gar im Sonnenschein gemacht wird; denn daß sich auch im Finstern Krystallisationen und chemische Vegetationen ergeben, weiß jedermann; daß sie sich aber von den Lichtkry- stallisationen unterscheiden, hat man übersehen. Auch des Hrn. Gihbert Erfahrungen mit Schwefelsauren Kali liefern einen Beweis (§. 87.) Das Licht bey der wirklichen Bildung einiger Krystallisationen mußte man anders erklären. Jenes Licht gehört vielmehr dem Trennen, als dem Bilden der Lamellen zu; dieses aber ist Condensationslicht bey dem raschen Uebergang des liquiden in den starren Zustand. Ich habe also Ursache, die Phosphorescenz durch reinen Bruch ein Cohäsionslicht, ein Krystallisationslicht zu nennen; sey es übrigens, was es wolle.

§. 103.

Vielleicht ist es electrischer Natur, wie folgende Bemerkungen wahrscheinlich machen:

a) Schon Wilson bemerkte Zeichen der entgegengesetzten Electricität, wenn er trock- nes und erwärmtes Holz schnell spaltete. Dasselbe ergiebt sich noch viel bestimmter bey'm Entzweybrechen von Siegellack, Schwefel, Bernstein, Glasstangen, u. dergl. Trifft so etwas vielleicht auch bey den Fossilien und Salien zu? Daß die Bruchflächen nicht immer anzie- hende Electricität aussern, liesse sich zum Theil aus der zu schnellen Ableitung erklären; bey'm wirklichen Act des Brechens war sie stark genug, ein schwaches Licht zu verbreiten. Ist etwa dieser Funken die Folge der sogleich wieder aufgehobenen Polarität entgegengesetz-



ter Electricitäten? Ist er der Act der Indifferenzirung selbst? Nur scheint es sonderbar, daß gerade diejenigen Körper, welche durch Brechen unverkennbare Zeichen der Electricität am Electrometer aussern, durch Bruch nicht leuchten (wenigstens war's mir, ungeachtet aller Bemühungen unmöglich, aus den genannten Substanzen durch Bruch Licht zu erhalten); und daß im Gegentheil Körper, welche durch Bruch leuchten, das Electrometer nicht affiziren. Könnte man diesen scheinbaren Widerspruch nicht auf folgende Art ausgleichen?

Gesetzt, das seiner Natur nach noch so wenig gekannte Wesen, das wir Electricität nennen, bestehe aus einer eigenen Pasis und dem Lichtstoff, und es werde durch Erregung in seine Bestandtheile zerlegt; so ist es ja möglich, daß sich von den zwey Bestandtheilen bald dieser, bald jener einzeln durch eigene Wirkungen äussert, der andere hingegen unmerklich bleibt. Die Anwendung auf unseren Fall ist leicht, und ich verweile jetzt nicht dabey, weil ich im dritten Abschnitt umständlich davon handeln werde.

§. 104.

Im allgemeinen bemerke ich noch folgendes:

a) Es ist aus unlängbaren Thatsachen längst erwiesen, daß bey Krystallbildungen, bey Uebergängen des Luftartigen, und des Tropfbarflüssigen in den starren Zustand Electricität erscheint, und wie ich glaube thätig mitwirkt.

b) Bey manchen krystallinischen Substanzen, namentlich bey'm Tormalin und Boracit, sind nach Häuy die electrischen Erscheinungen sogar an gewisse Krystallformen gebunden.

c) Es ist einseitig und mangelhaft, den electrischen Stoff nur dort wirksam zu denken, wo er sich durch Anziehen und Abstoßen, u. dergl. äussert, da er doch auf hundert andere Arten wirken kann, wie uns schon ein einziges Plattenpaar der voltaischen Säule zeigt.

d) Daß durch starkes Reiben zweyer Quarzstücke Wärme erzeugt wird, läugnet Niemand, ungeachtet man sie durch's Gefühl nicht bemerkt, aber ihre Wirkung am Quarz ist unverkennbar; derselbe Fall kann bey der durch Bruch und Spalten erregten Electricität eintreten. Ein Paar seidner Strümpfe oder Bänder, vorläufig durch Reiben electrirt hangen mit merklicher Kraft zusammen, und verbreiten, im Finstern schnell getrennt, reichliche Funken. Die Blätter des russischen Frauenglases hangen (vielleicht durch einen electrischen Proceß geschichtet) von Natur aus zusammen, und sie verbreiten beym Spalten ein ähnliches Licht. Sollte dieses nicht eben so gut, wie jenes, electrischer Abkunft seyn? So dachte schon der Erfinder dieses Versuches Nicholson, der sich aus solchen mit Stanniol belegten Glimmerblättern sogar eine kleine electrische Batterie baute. (*Gilberts Annalen* XXIII. 275. u. f.)

e) Beym Entzweybrechen einer Sigellackstange äussert sich die Electricität durch Anziehen leichter Körper ohne Lichtausbruch: Bey'm Entzweybrechen des Candiszuckers äussert sie sich, wie ich glaube, durch Licht ohne Anziehen; es ist ja das Licht so gut ein Zeichen freier

Electricität wie das Anziehen. Gerade der Umstand ist merkwürdig, daß sich bey'm Brechen guter Nichtleiter ein Anziehen ohne Licht, bey Halbleitern ein Licht ohne Anziehen einstellt; wobey auch der Umstand nicht zu übersehen ist, daß vorzugsweis solche Fossilien durch Bruch leuchten, die schon dem Aeussern nach eine krystallinische Bildung haben.

§. 105.

Wenn also die Bildung der Krystalle, oder überhaupts des regelmässigen Aggregatzustandes der Materie; wenn das Streben der Bestandtheile nach einer bestimmten Form des Ausser- und Nebeneinanderseyns ganz oder zum Theil das Werk der electrischen Naturkraft ist, wie einige Physiker nicht ohne Grund vermuthen; wenn ferner das Licht höchst wahrscheinlich einen Bestandtheil des electrischen Flüssigen ausmacht: soll dieses Licht nicht entweichen, und dann im freien Zustand auf unser Aug wirken, soll keine Zersetzung des electrischen Stoffs erfolgen, wenn das von ihm aufgeführte Gebäude eingerissen, und das krystallinische Gefüge durch Brechen zerstört wird?

Sehr sinnreiche Gedanken über Krystallenelectricität trägt Hr. Schweigger in seinem Journal (V. 57. u. f.) vor. Es freuet mich, mit diesem scharfsinnigen Naturforscher auf dem Wege der Erfahrung zusammenzutreffen, und in seinem Aufsatz zum Theil die Bestätigung meiner Ansichten zu finden. Vermuthlich kommen die zwey von mir gegebenen Erklärungen des Trennungslichts auf eines und dasselbe hinaus. Die nächste Ursache ist Aufhebung der Cohärenz, die entferntere, Zersetzung des electrischen Stoffs und Freiwerden des Lichts, als Bestandtheils der Electricität.

Endlich verdient folgende Erfahrung ganz vorzüglich berücksichtigt zu werden: manche Mineralien krystallischer Form werden schon durch sanften Druck zwischen Fingern electrisch, behalten die Electricität lange Zeit, und dienen als sehr empfindliche Electrometer, wie Hr. Haüy anlangst entdeckt hat.*) Dieselben Mineralien leuchten durch Spalten; soll dieses Licht nicht electrischer Abkunft seyn? Hier nämlich wird das Licht, dort die Basis des electrischen Stoffs unseren Sinnen bemerkbar.

§. 106.

Uebrigens werde ich nie die goldene Regel aus den Augen verlieren: *ne quid nimis* — weder zu viel, noch zu wenig. — Alles einer kühn aufgestellten Hypothese anpassen wollen, ist für die Wissenschaft eben so schädlich, als gar keine Hypothese dulden; in diesem Fall würden sehr viele Naturbegebenheiten stets unerklärt bleiben; in jenem müßten gegründete Erklärungen gar oft einer vorgefassten Meynung weichen. Daher zähle ich das

*) Ueber die Electricität der Mineralien durch Hülfe der Pressung, von Haüy Schweiggers Journal XX, 583. u. f.

Leuchten der Blende, der Zinkblumen, des Stangenphosphors, des frischbereiteten Canton'schen Leuchtsteines, des versüßten Quecksilber Sublimats, der salzsauren und phosphorsauren Verbindungen, der Knallsalze und Knallmetalle, u. s. f. durch Drücken, Brechen und Reiben, nicht zum Krystallenlicht, wovon eigentlich in gegenwärtigen Abschnitt die Rede war, weil man alle jene Erscheinungen aus anderen, bereits anerkannten Gesetzen der Natur erklären kann; übrigens lasse ich auch der entgegengesetzten Meynung ihren Werth, weil wir noch zu weit vom Ziele sind.

VIERTES KAPITEL.

Rückblicke und Anwendung.

§. 107.

Das Leuchten mehrerer Fossilien und Salien durch reinen Bruch ohne Druck ist ein ganz neues Phänomen, nicht als wenn man es noch nie gesehen hätte, sondern weil man darauf nicht achtete. In frühern hieher gehörigen Aufsätzen ist immer nur vom Licht durch Schlagen, Hämmern, Feilen, und Reiben die Rede, das man gewöhnlich aus der Erhitzung, nur selten aus der Zerlegung der so behandelten Körper erklärte, ohne zu bedenken, daß das Hämmern und Reiben ein zusammengesetzter Proceß ist, wobey sich Druck und Bruch — zwey ganz zerschieden Verfahren — zugleich eintreten; daher die unvollständigen, und einseitigen Erklärungen, wie wir weiter unten (*Abschnitt III.*) sehen werden. Meiner Meynung nach ist es unmöglich, das Licht durch Friction zu erörtern, wenn man nicht vorläufig jenes durch Bruch untersucht, und berichtigt hat. Aber auch hier ist die größte Vorsicht nöthig, um allen Täuschungen auszuweichen. Bewirkt man z. B. das Brechen mittelst Schlagen, Pochen, Reiben, u. dergl. oder wird der Körper durch ein vorläufiges Erhitzen zum leichtern Brechen vorbereitet, so sind die Umstände dadurch merklich geändert, und man setzt sich der Gefahr aus, Fehlschlüsse zu machen. Ich nehme mir die Freyheit, diese Erinnerung durch ein Paar Beyspiele zu beleuchten, ohne dadurch verdienten Männern nur im mindesten zu nahe treten, oder Vorwürfe machen zu wollen.

§. 108.

Hr. Ritter sagt in seinen scharfsinnigen Fragmenten (u. 554:) „Erschütterungen scheinen Oxydabilität vermehrend auf den gegebenen Körper zu wirken. Canton's Phosphor leuchtet beym Schlagen an die Eisenstange, die er überzieht. Und wohin gehört das Leuchten so vieler Mineralien, und des Bononischen Leuchtsteins beym Kratzen? geht bey diesem keine Erschütterung vor, und ist jenes Leuchten kein schwaches Verbrennen? —

Es ist mir nicht bekannt, ob Hr. R. den Versuch mit Cantons Phosphor selbst gemacht, oder nur irgendwo gelesen hat. In der Ausübung würde er auf Schwierigkeiten gestossen haben, die er nicht erwartet hätte. — Uebrigens verhält sich die Sache so: Wenn man Mineralien, welche durch Temperaturerhöhung gut leuchten, bis zum glühen erhitzt, hierauf im Finstern so weit abkühlen läßt, daß das Licht der Glühhitze dem Auge des Beobachters verschwindet, und dann mit einem Hammer darauf schlägt, so fangen sie neuerdings auf einige Zeit zu leuchten an. Dasselbe erfolgt, wenn man die erhitzten Substanzen zwischen den Schenkeln einer Feuerzang hält, und auf diese schlägt. Canton's *frisch bereiteter* Phosphor ist zu diesem Versuch vor andern geeignet, weil er nur schwach zusammenhält, und auch bey einer mittelmässigen Erhitzung im Dunkeln noch leuchtet (oben Seite 158.)

Die Ursache dieses wiederholten Leuchtens liegt am Tage. Das vorläufig erhitzte Präparat verliert die zum Leuchten nöthige Temperatur früher auf der Aussenfläche, als im Innern. Durch Schlagen und Erschüttern bekommt es Sprünge, und nun bemerkt man das unter der Oberfläche noch vor sich gehende Glühen, oder es entsteht neuerdings ein schwaches Verbrennen, nach Beschaffenheit der Substanz. Die Erschütterung trägt also zum Entstehen dieses Lichts im wesentlichen nichts bey. Ist der geprüfte Körper durch und durch abgekühlt, so ist alles Schlagen an ihn, oder an die Feuerzang unnütz.

§. 109.

Hr. Dessaignes liess von ohngefahr einen zuvor rothglühenden Kalkstein zur Erde fallen, als er eben sichtbar zu glühen aufgehört hatte. Kaum hatte der Stein die Erde erreicht, als er neuerdings zu leuchten anfieng, und beynahe zwey Minuten damit anhielt. Bey öfterer Wiederholung dieses Versuchs ergab sich, daß schon der Schlag mit einem Schlüssel, das Streichen mit einer Feile, ein starker Druck mit einer Zange, endlich auch das Anschlagen an die Zange, womit man den Stein hielt, hinreiche, das so eben verschwundene Licht wieder zu erregen. Fiel der Kalkstein auf lockere Asche, so erschien kein Licht; auch konnte man das durch Schlagen erregte Licht augenblicklich vernichten durch den Hauch des Mundes, oder durch Ausblasen mittelst Blasbalg. Ausser dem dichten Kalkstein besitzen diese Eigenschaft alle kohlen-saure, auch mehrere schwefelsaure und phosphorsaure Kalkerden, wenn sie noch heiss geschlagen werden.

Auch diese Erscheinungen gründen sich auf die Phosphorescenz durch Erwärmung, und kommen mit jenen §. 108. überein. Dennoch ward Hr. Dessaignes dadurch in Verwunderung versetzt, und zu ganz irrigen Schlüssen verleitet. Eigentlich gehört das Ganze nicht einmal hieher, so wenig als das Leuchten des Kaustischen Kalks beym Ablöschen, wovon eine ganz sonderbare Erklärung gegeben wird. (*Man sehe des Hrn. Dessaignes of angeführte Schrift u. 43 bis 51.*) Das Leuchten beym Kalkablöschen rechne ich zur Phos-



phorescenz durch Mischungen, oder durch chemische Verbindung zweierley Substanzen, wovon in der nächstfolgenden Abhandlung die Rede seyn wird.

§. 110.

Sollte nicht des Hrn. Tromsdorf Erfahrung gleichfalls hieher gehören? (*Göttlings Taschenbuch*, 1795. S. 21.) Das versüßte Quecksilber-Sublimat verbreitete im Finstern ein dunkelrothes Licht, wenn es *noch erwärmt* gebrochen oder gerieben wurde, d. h., wenn die innern, noch wärmern Schichten mit der umgebenden Luft in Berührung kamen, und dem Auge sichtbar wurden. Aetzendes Sublimat lieferte Hrn. Tr. diese Erscheinung nicht; es war also bereits zu sehr abgekühlt; denn daß es gehörig erwärmt einen der schönsten Phosphorn darstellt, rühmt Hr. Marquer (*Wörterbuch IV.* 585, 2te Auflage,) was ich auch zum Theil bestätigt fand, (*oben S.* 168. §. 28.) Ich sah zwar nur helle, momentane Funken, und mußte der lästigen Dämpfe halber im beschränkten Raum den Versuch bald abbrechen. Die Ursache des so zerschiedenen Erfolgs mag wohl daher rühren, daß Marquer sein Sublimat langsam, und stufenweis erhitzte, ich aber sogleich auf eine beynahe glühende Kupferplatte aufstreute; vielleicht auch, daß jener sich eines irdenen, ich mich eines kupfernen Topfes bediente. So viel zur Berichtigung der (S. 168.) von mir beygefüigten Note. Der mindeste Umstand ändert manchmal das Resultat wesentlich. Hr. Göttling fügt obiger Erfahrung eine muthmaßliche Erklärung bey, indem er annimmt, das unvollkommene Quecksilberoxyd enthalte noch schwach gebundenen Lichtstoff, welcher dem vollkommenen Oxyd bereits mangelt; eine gelinde Erwärmung oder Reibung könnte das Freywerden desselben bewirken, und verhältnißmässig die Oxydation befördern. Zur Erläuterung mag folgendes beytragen;

§. 111.

Die Metallsalze leuchten durch Brechen und Reiben gewöhnlich nicht, mit Ausnahme derjenigen, welche Quecksilber zur Grundlage haben. Aber auch unter diesen leuchtet das *Salzsaure, milde* Quecksilber-Sublimat sowohl durch Reiben, als selbst durch den schwächsten Druck und Bruch am besten. Scheelle bemerkte dieses Licht durch Friction vermuthlich zuerst; er fand zugleich, daß es diese Eigenschaft durch wiederholtes Sublimiren verliere (*Schwed. Abhandl. B, XXXIV*, S. 194.) Auch giebt die Erfahrung, daß der Erfolg zum Theil von der Temperatur abhängt; das Licht bricht früher, und bey geringerer Reibung aus, wenn das milde Sublimat warm, als wenn es kalt behandelt wird; hieran schließt sich des Hrn. Tromsdorf Beobachtung. Ausser der Temperatur steht sein Leuchten durch Friction im umgekehrten Verhältniß der Oxydation. Aetzendes Quecksilbersublimat leuchtet durch Reiben nicht mehr, wohl aber durch Erhitzen; mildes, versüßtes leuchtet durch Reiben gut, durch Erhitzen nicht oder kaum bemerkbar. Ein merkwürdiger Unterschied, wovon noch einmal die Rede seyn wird.

§. 112.

a) Massive Glasstangen, ohne Schlag, mit den Händen entzweygebrochen, leuchten nicht, (§. 31, i.) die Glaspipetten hingegen sehr schön (§. 20.) ein neuer Beweis, daß letzteres Leuchten der in den Tropfen enthaltenen, und beym Bruch rasch ausbrechenden Luft zuzuschreiben sey.

b) Die Eisnadeln leuchten durch Bruch gleich einigen Salzkristallen — noch ein Umstand, das Leuchten der See in den Polargegenden zu erklären.

c) Mineralien, welche durch reinen Bruch nicht leuchten, bleiben auch unter dem Hammer dunkel, so lang der Schlag im freien Raum geschieht (§. 83,) und die Bruchstücke ungehindert ausweichen können. Leuchten sie also durch Collision und starke Friction, wie es bey den meisten geschieht, so ist dieses Licht eine Folge des gewaltsamen Drucks, und der dadurch bewirkten Erwärmung.

d) Unvollkommene Verglasungen leuchten manchmal bey der schwächsten Reibung, und selbst durch reinen Bruch, vollkommene nicht. — Etwa darum, weil sie durch einen zu hohen Grad der Glühhitze das Princip der Phosphorescenz verloren haben? Diese Erscheinung hat mit dem Leuchten und Nichtleuchten der Mineralien durch äussere Temperaturerhöhung viele Aehnlichkeit. Man sehe, was ich hierüber weiter oben (S. 256. u. f.) gesagt habe. Hr. Dess. benutzt diesen Umstand als einen überzeugenden Beweis, daß diese, so wie jede andere Phosphorescenz, wess Namens sie auch sey, von dem mit den Körpern chemisch verbundenen, und starr gemachten (solidificirte) Wasser herrühre. In einzelnen Fällen, und da nur zum Theil, mag er wohl Recht haben, aber in einer so allgemeinen Ausdehnung gewiß nicht. Geht denn bey der Verglasung, ausser dem Wasser-Verlust, keine andere Veränderung in den Körpern vor, welche auf die Fähigkeit zu leuchten, einen wesentlichen Einfluß haben kann? Warum leuchten denn die salzigen, selbst im Wasser auflösbaren Gläser durch Bruch und Reiben nicht, welche bey der Verglasung gewiß nicht alles Krystallisationswasser verloren haben? und warum erhalten sie diese Eigenschaft durch Zusatz von Kalkerde?

§. 113.

e) Das Leuchten einiger Salzaufösungen bey dem Act der Krystallbildung selbst scheint ein Fingerzeig seltener Processe zu seyn, welche dabey vorgehen. Wir sehen hiebey nur den Uebergang des Tropfbarflüssigen in den festen Zustand, und die Aneinanderreihung nach bestimmten Formen; was diese Aneinanderreihung bewirkt, und was ausserdem noch vor sich geht, bleibt uns verborgen.

f) Die meisten natürlichen Krystalle des Mineralreichs bewirken eine doppelte Brechung des Lichts, gleich dem Doppelspath. Dieselben Krystalle leuchten entweder durch reinen Bruch, oder schon durch Spaltung. Stehen diese zwey Erscheinungen nicht miteinander in Verbindung?

g) Rosenquarz, Krystalldruse, u. dergl. leuchten durch Bruch im Ganzen, oder einzelner Stücke sehr schön, gewöhnliches Glas nicht; etwa darum, weil durch Zusatz von Potasche und durch Schmelzen in Ofen die Krystallform wesentlich geändert wird?

h) Durch einen gewaltsamen Bruch der Fossilien im beschränkten Raum, auch durch Pochen in einem minder geräumigen Mörser bricht Licht aus, selbst bey Substanzen, welche durch reinen Bruch im Freien nicht leuchten; kurz: das Mörserlicht stellt sich häufiger ein, als das reine Trennungslicht — ein Beweis, daß es zweierley Erscheinungen sind, und auch verschieden müssen erklärt werden. Durch gegenseitige Collision harter Körper erfolgt noch häufiger Licht — auch dieses muß man vom Trennungslicht gewöhnlich unterscheiden. Sollte bey dem Mörserlicht nicht auch die Luft mit ins Spiel kommen?

§. 114.

Die Phosphoreszenz der Fossilien durch Bruch steht in sehr enger Verbindung mit der durch Hrn. v. Haüy so schön bearbeiteten und so fest begründeten Krystallographie. Nur ein Mann von solchen Einsichten und mit Mineralien aller Art so reichlich versehen könnte den Plan ausführen, wovon ich hier kaum eine schwache Skizze liefere. Durch Vervielfältigung der Versuche im Geist und nach den Regeln der Krystallisationslehre mit Anwendung der Geometrie wird man die Gesetze, die Modificationen, und auch die wahre Ursache der Phosphoreszenz durch Bruch ohne Schwierigkeit entdecken, wie es mit der Polarisation des Lichts der Fall war, sobald sie die Hrn. Malus und Biot auf die sichere Bahn des mathematischen Calculs zurückführten.

Alle Naturproducte mit starrer Form, alle Fossilien müssen durch Bruch leuchten, nur mit sehr verschiedener Intensität, jene am schönsten, und unserem Auge am bemerkbarsten, bey denen sich die Krystallform am deutlichsten ausspricht, wohl möglich, daß es nebenbey auch noch auf die Beschaffenheit der Bestandtheile, und auf ihre Verhältnisse zum Licht und zur Electricität ankommt, wie sich schon aus der schätzbaren Abhandlung schließen läßt, welche Hr. Haüy vor Kurzem über die Kennzeichen der Edelsteine bekannt gemacht hat.

DRITTER ABSCHNITT.

Phosphorescenz durch Druck und Bruch zugleich, das ist, durch gegenseitiges Reiben rauher Oberflächen.

Geschichtliche Einleitung.

Frühere Erfahrungen und Versuche enthaltend.

§. 115.

Die ältesten, nach einem bestimmten Zweck unternommenen Versuche kommen in den Schriften der Florentiner-Akademie vor; sie fallen ohngefähr auf das Jahr 1660. und enthalten folgendes:*) „Ausser dem Feuerstein giebt es noch andere Körper, welche an Licht „reich zu seyn scheinen, indem sie im Dunkeln gegeneinander geschlagen, oder zerstückelt, „Funken sprühen. Dergleichen sind der Mellis- und Candiszucker, die Krystallen des Stein- „salzes in einem Mörser zerstoßen. Bergkrystall, Achaten, orientalische Jaspes, u. dergl. „gewährten sowohl durch Schlagen als durch Brechen ein sehr schönes Licht; Küchensalz, „hingegen, Alaun, Salpeter, Korallen, gelber und schwarzer Bernstein, Granaten, Marcasit, „u. dergl. eben so behandelt blieben dunkel.“ Vom gegenseitigen Reiben kommt nichts vor.

§. 116.

Das Wenige, was Robert Boyle hierüber bekannt gemacht hat, beschränkt sich auf das Leuchten einiger Edelsteine durch Friction. Die Veranlassung hiezu gab ein Diamant,

*) *Tentamina Academiae de Cimento. Part. II., pag. 185. nach Muschenbroeks Uebersetzung.*

den ein Reisender aus Italien mitbrachte, und welcher die Eigenschaft auf mancherley Art im Dunkeln zu leuchten, in einem hohen Grade besaß. Ein schwaches Reiben mit weissem, rothen, oder schwarzen Tuch, mit Horn, Porcellän, Glas, u. dergl., ja selbst ein starker Druck gegen Glas, oder mit dem Finger, war schon hinreichend, Licht in ihm zu erregen; eine stählerne Radiernadel wirkte durch Druck noch mehr, wobey auch der Verdacht einer Erwärmung beseitiget wurde. Späterhin bemerkte Boyle ein ähnliches Leuchten bey mehreren Diamanten, so wie bey Rubinen, Smaragden, Saphiren, u. dergl., nur nicht in so hohem Grade wie bey jenem Diamant, ohngeachtet einer viel stärkern Reibung. Er unterscheidet sehr richtig zwischen electrischen und rein phosphorischen Licht. Das gesagte kommt vor in einem Aufsatz: *De Adamante in tenebris lucente*, welchen Boyle den 27ten Oct. 1665. der Königl. Soc. der Wissensch. vorlas. (*Opp. T. I, Edit. Genev. 1677.*)

§. 117.

Das von Picard um's Jahr 1675. entdeckte Leuchten der Barometer veranlafste Johann Bernoulli, auch mit anderen Körpern Versuche zu machen. Seine Erfahrungen kommen in den *Denkschriften der Acad. der Wissensch. von Paris für 1707. vor.*

Ich habe, sagt Bernoulli, seit geraumer Zeit über die Lichterscheinungen geriebener Körper Beobachtungen angestellt, und folgendes gefunden:

a) Um das durch gegenseitiges Reiben zweier Körper entstehende Licht gut zu bemerken, soll wenigstens einer derselben durchsichtig seyn.

b) Beyde Körper müssen hart, und ihre Oberflächen rein, flach, und polirt seyn; doch ersetzt die Dichtigkeit manchmal den Mangel an Härte, so leuchtet z. B. ein Spiegelglas mit Quecksilber, und Zinnamalgama gerieben. *)

c) Der eine beyder Körper soll möglichst dünn seyn, damit er sich durch Reiben desto leichter erwärme; wovon sich Hr. B. mit Kupferplatten von verschiedener Dicke überzeugte.

d) Aus allen Metallen gewährt Gold auf Glas gerieben die schönsten Erscheinungen; der Diamant aber übertrifft alle Körper, indem er gleich einer glühenden Kohle leuchtet.

Diesen Bemerkungen fügt Hr. Cassini der Sohn noch folgende bey: e) Ein Tafelstein auf Glas gerieben leuchtete gleich einer glühenden Kohle, schwächer auf einer Silberplatte. Merklich schwächer leuchteten ein französischer Thaler und andere Silberplatten auf Glas, noch weniger die Kupfermünzen. Dafs diese Erscheinungen eigentlich zur Phosphorescenz durch Electricität gehören, sieht jedermann ein; damals nahm man die Sache noch nicht so genau.

*) Diefß ist vermuthlich die erste Nachricht vom besten Amalgama für den Reibzeug der Electrisirmaschinen — das Spiegelbeleg. — Rein polirte Flächen konnten nur ein electrisches Licht geben.

§. 118.

Zu eben der Zeit (1705.) übergab Hauksbee der Königl. Ges. der Wissenschaften zu London seinen ersten Aufsatz über das Leuchten geriebener Körper in *verdünnter Luft*, dem mehrere andere nachfolgten, welche sich auch in seinen *physisch-mechanischen Versuchen* vorfinden; *) sie sind vorzüglich darum schätzbar, weil nur Wenige einen so guten Apparat bey Handen haben; ich werde davon weiter unten Gebrauch machen.

Bernstein an Wolle, Kiesel an Stahl, Glas an Wolle, Glas zwischen Austernschallen, Wolle mit Wolle, Glas mit Glas, Austernschallen mit Wolle, unter der ausgepumpten Glocke der Luftpumpe gerieben, gaben Licht; Kupfer hingegen auf keine Weise. Glas mit Glas gerieben leuchtete auch unter Wasser, was Robert Boyle mit Diamanten nicht zu wegen brachte. (Weil dadurch weder Bruch, noch Electricität entstand).

§. 119.

Bald darauf tratten zwey gleich berühmte, und um die Electricität vorzüglich verdiente Männer auf, Gray und Dufay. Ihre Versuche betreffen zwar hauptsächlich das durch Reiben bewirkte electrische Licht, allein sie geben auch über unseren Gegenstand manchen Aufschluß. Hr. Dufay untersuchte in einer eigenen Abhandlung das Leuchten der Edelsteine durch Reiben, und durch Erwärmen, wiederholte mehrere Versuche von Boyle und Hauksbee, und führte die Erscheinungen auf einige allgemeine Sätze zurück. Alle Edelsteine ohne Ausnahm konnte er durch Reiben leuchtend machen; doch ergaben sich beträchtliche Unterschiede, nicht nur bey den verschiedenen Arten, sondern auch bey einzelnen Exemplaren derselben Art. Er unterschied sorgfältig zwischen electrischen und phosphorischen Licht, und leitete beyde aus eigenen Ursachen ab. **)

§. 120.

In den Abhandlungen der Kais. Naturf. Gesellschaft für 1749. (*Acta physico-medica Acad. Caesar. natur. Curios. Vol. IX, p. 398.*) kommen Versuche des Hrn. Dr. Delius über die Phosphorescenz einiger Fossilen durch Reiben und Erwärmen vor, welche aber nichts Neues enthalten. Durch gegenseitiges Reiben leuchteten Quarz, Kieselsteine, Hornsteine, sogenannte falsche Edelsteine aus Böhmen und Sachsen, die einen mehr, die andern

*) *Physico-Mechanical Experiments an various Subjects London, 1709 4to, und vermehrt 1719. 8vo, auch in's italienische und französische übersetzt.*

**) Von Gray finden sich in den *Physophical Transactions* neun Aufsätze über Electricität vor, von 1720 bis 1735. — er starb 1736; von Dufay acht Abhandlungen electrischen Inhalts in den *Memoires de l'Acad. Roy, des Sc.* von 1733 bis 1737 — auch in's Deutsche übersetzt, Erfurt 1745. Dufay starb 1739.

weniger. Wurden diese Steine an einem eisernen, wohlgeheizten Ofen gerieben, so zeigte sich das Licht reichlicher. Hiebey nahm sich der Flussspath am schönsten aus; Amethysten Hyacinten, Carniole, und Topase minder schön. Aus dem schwefellicht - urinösen Geruch, welchen der erhitzte Flussspath verbreitete, schloß Hr. D., die Ursache dieses Lichts bestehe in der Wirkung der Salzsäure und eines feinen schwefelartigen Phlogiston.

§. 121.

Um diese Zeit (1750.) machte das Leuchten der gelben Scharfenberger - Blende viel Aufsehens, wozu ein Aufsatz des Hrn. Dr. Hoffmann im *Hamburg. Magazin* (B. V. S. 289. u. f.) vieles beytrug. *) „Das Leuchten durch Reiben, heißt es, ist der Scharfenberger - Blende so ganz eigen, daß man ihr diese Eigenschaft auf keine Weise entziehen kann. „Zum feinsten Staub zermalmt, mit Weinessig, Scheidwasser, rectificirten Weingeist, mit „Auflösungen der Metalle, u. dergl. behandelt, im Schmelzofen geröstet, zeigte sie durch Reiben und Stossen im Mörser noch immer Licht.“ (Hieran hatte wohl auch die mit der Blende verbundene Kieselerde einen Antheil.) Auf die Frage: *warum leuchten nicht auch andere Blenden?* läßt sich erwiedern, daß sie wirklich leuchten, nur nicht so vorzüglich wie die gelbe. *Warum leuchtet der Galmey nicht?* Hierauf hat Hr. Henckel um zwanzig Jahre früher geantwortet, als Dr. Hoffmann die Frage stellte, indem er sagt: **) „Diejenigen, welche Versuche vornehmen, sollen auch dieses als Regel bey Untersuchung der natürlichen Körper beobachten, daß sie in Finstern und dunkeln Orten auf diejenigen sichten, Umlände Acht haben, welche durchs Reiben, oder durchs Feuer hervorgebracht werden. Ich erinnere mich jetzt des Galmey - Ofenbruchs, absonderlich des gelben, welcher bloß durch Anreiben, oder durch eine heftige Bewegung, wenn man ihn mit einem Messer schabet, oder mit einem Schlüssel schlägt, Funken von sich giebt. — — Hr. Hiärne gedenkt auch in *Prodromo historide naturalis Sueciae* einer Erde, welche durch bloßes Reiben leuchtend wird. (Etwa Sandmergel?)

§. 122.

Bis 1784. hatten wir nur Bruchstücke und kärgliche Versuche über das Leuchten der Körper; in diesem Jahre aber las Hr. Gr. v. Razumowski der physik. Gesellsch. zu Lau-

*) Nach Dr. Hoffmann soll der Oberberghauptmann Hr. v. Kirchbach das Leuchten der Zinkblende durch Reiben im Mörser, und durch Ritzen zuerst beobachtet haben. a. a. O. S. 298.

**) Dr. Joh. Frid. Henckels kleine mineralogische und chemische Schriften. Dresden und Leipzig 1744. S. 99. u. f.

sanne einen langen Aufsatz vor, worin er über die durch Reiben erhaltene Lichtphänomene umständliche Nachricht giebt. *) Es ist dieß die schönste Reihe von Versuchen, die wir bis auf gegenwärtige Zeiten über diesen Gegenstand aufzuweisen hatten; Schade! daß sie in keines unserer deutschen Journale aufgenommen, und hiedurch bekannter gemacht wurden! Als Reibzeug brauchte Hr. Gr. gewöhnlich Quarz, oder wenn dieses zu hart schien, Glas — ein Umstand von Wichtigkeit; indem die Erscheinungen nach Beschaffenheit des Reibzeugs anders ausfallen. Der Raum erlaubt es nicht, hievon etwas beyzubringen, da eine gedrängte Aufzählung der Resultate keines Auszugs fähig ist.

Endlich hat auch Wedgwood in den *Philos. Transact.* für 1792. über die Phosphorescenz der Körper durch Reiben eine lehrreiche Tabelle geliefert, und mit theoretischen Bemerkungen begleitet, welche man in *Gren's. J. d. Physic.* VII, 55, ff. nachlesen kann. So schätzbar die Aufsätze der Hrn. v. Razumowski und Wedgwood sind, so ward der Gegenstand dadurch noch bey weitem nicht erschöpft, wie wir sogleich sehen werden.

Auf Veranlassung der Pariser-Preisfrage für 1808. wurde diese Materie neuerdings in Untersuchung genommen. Der Umfang der Frage und die Kürze der Zeit hinderten Herrn Dessaignes in seiner Concurrrenzschrift hierüber etwas von Bedeutung zu liefern; er ergänzte aber diese Lücke um drey Jahre später im *Journal de Physique* von 1812, Februar- und März-Heft; wovon eine etwas abgekürzte Uebersetzung in *Schweiggers Journal B. VIII*, S. 70 — 127. vorkömmt, worauf ich mich stets beziehe. Da Hr. Dess. zwischen Reiben, Schlagen, Zertrümmern, u. dergl. gar keinen Unterschied macht, so verliert seine Arbeit viel von ihrem Werthe. Im Grund behandelt er nur die Folgen der Collision, nicht aber die der Friction, also nicht den vierten Theil des Ganzen.

§. 123.

Was nun meine Untersuchungen betrifft, so kömmt zwar die Hauptsache bereits in der Beantwortung der Preisfrage vor; allein in Vergleich mit dem Gegenwärtigen nur Weniges; denn es ist begreiflich, daß ich seit zehn Jahren alles wiederholt, vieles berichtigt, und den ersten Entwurf beträchtlich erweitert habe.

Nach reifer Ueberlegung und mehrern vorläufigen Proben glaubte ich meinen Gegenstand mit einiger Vollständigkeit zu bearbeiten, wenn ich der Ordnung nach untersuchte a) die Folgen einer mittelmässigen, so wie einer starken Reibung homogener Körper: b) Nicht minder die Folgen desselben Verfahrens mit heterogenen Körpern: c) endlich die

*) *Histoire et Memoires de la Societé des Sciences physiques de Lausanne* 4to. T. II. Lausanne 1789 pag. 13 — 38.

Folgen eines schwachen oder scharfen Strichs mittelst einem Federkiel oder einer Radier-
adel (Friction auf eine sehr kleine Fläche beschränkt). Dafs es nicht gleichgültig ist, ob man
bey'm Reiben einen schwachen oder beträchtlich starken Druck anwendet; ob man gleichar-
tigè oder ungleichartige Körper gegeneinander reibt, läfst sich zum Theil schon vorhin ein-
errathen; allein die Verschiedenheit des Erfolges war auffallender, als ich erwartet hatte,
und ich bin überzeugt, dafs man das Frictionslicht so oder anders erklären wird, nachdem
man dieses oder jenes Verfahren wählt.

Ausführung der Resultate keines Auszugs fähig ist.
Der Raum erlaubt es nicht, die vor-
hergehende Ausführung der Resultate
weiter auszudehnen. Die Resultate
sind, wie wir gesehen haben, schon
in der Vorrede angegeben.

Auf Veranlassung der Pariser Preisfrage für 1800 wurde diese Materie neuerdings in
Untersuchung genommen. Der Umfang der Frage und die Klänge der Zeit hinderten Herrn
Desargues in seiner Concurrenzschiff nicht über etwas von Beobachtung zu handeln, er ergänz-
te aber diese Lücke um drei Jahre später im Journal de Physique von 1812. Februar - und
März - Heft: Wovon eine etwas abweichende Darstellung in Schweiggers Journal B. VII.
S. 70 - 127. vorkommt, worin ich mich nicht als bester, Hr. Desargues zwischen beiden
Schlagen, vorzuziehen, in der That gar keinen Unterschied macht, so verliert seine Arbeit
viel von ihrem Werthe. Im Grund behandelt er nur die Folgen der Collision, nicht aber
die der Friction, also nicht den vierten Theil des Ganzen.

Was nun meine Untersuchungen betrifft, so kommt zwar die Hauptache bereits in der
Beantwortung der Preisfrage vor; allein in Vergleich mit dem Gegenwärtigen nur Weniges;
denn es ist bezeichnend, dafs ich seit zehn Jahren alles wiederholt, vieles berichtigt, und den
ersten Entwurf beträchtlich erweitert habe.

Nach dieser Uebersetzung und mehreren Vorlesungen glaubte ich meinen Gegen-
stand mit einiger Vollständigkeit zu bearbeiten, wenn ich den Ordnung nach unterrichte a)
die Folgen einer mittelmassigen, so wie einer starken Reibung homogener Körper;
b) Nicht minder die Folgen desselben Verfahrens mit heterogenen Körpern; c) endlich die

Historie der Société des Sciences physiques de l'Académie des Sciences de Paris.
Paris 1789. 2. Band. S. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000.

Heinrich, Placidus,

Die Phosphoreszenz der Körper oder die im Dunkeln bemerkbaren Lichtphänomene der anorganischen Natur

Bd.: 4

Nürnberg 1820

4 Phys.sp. 126-3/5

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10058444-7